

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní
Katedra: obrábění a montáže Školní rok: 1981/82

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Františka H r i c z e
obor 23 - 07 - 8 strojírenská technologie

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Obrábění ložiska lunety WH 63 na NC stroji
v k.p. TOS Varnsdorf

Zásady pro vypracování:

1. Hospodářský význam zadání
2. Rozbor stávající technologie obrábění ložiska lunety
3. Návrh na nový technologický postup obrábění ložiska lunety na vybraném NC stroji
4. Ekonomické hodnocení navrhovaných opatření

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran

Seznam odborné literatury: Vlach, B.: Technologie obrábění na NC strojích
Bílek, L.: BS - VŠST - 80
Návody k obsluze

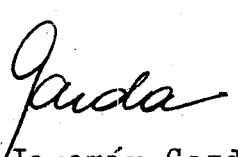
Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Vladimír Věchet, CSc

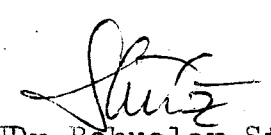
Konzultant DP: Zdeněk Hušák, k.p. TOS Varnsdorf

Datum zadání diplomové práce: 15.9.1981 - konečné zadání

Termín odevzdání diplomové práce: 4.6.1981




Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc
Vedoucí katedry


Doc. RNDr. Bohuslav Stráž, CSc
Děkan

v Liberci dne 15.9. 1981

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSC 461 17

Autorské právo se řídí směrnicí
MŠK pro státní záv. zkoušky č.j. 31
727/62-III/2 ze dne 13. července
1962-Věstník MŠK XVII, část 24 ze
dne 31.8.1962

V 92/82S

KOM/OM

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

obor 23 - 07 - 8
strojírenská technologie

zaměření
obrábění a montáže

Katedra obrábění a montáže

OBRÁBĚNÍ LOŽISKA LUNETY WH 63 NA NC STROJI
V k.p. TOS VARNSDORF

František H r i c z

Vedoucí práce : Doc. Ing. Vladimír Věchet CSc

Konzultant : Zdeněk Hušák, k.p. TOS Varnsdorf

Rozsah práce a příloh :

Počet stran	53
Počet příloh	5
Počet tabulek	11
Počet obrázků	13
Počet výkresů	2

1. června 1982

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval
samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci 1. června 1982

Jan Fambal

<u>O b s a h</u>	<u>str.</u>
1. Úvod	4
2. Hospodářský význam zadání	5
3. Rozbor stávající technologie obrábění ložiska lunety	6
4. Návrh nové technologie obrábění ložiska lunety	10
4.1 Rozbor výkresové dokumentace	10
4.2 Volba NC stroje	12
4.3 Prvky pro obrábění na NC stroji WHN 9B	15
4.4 Nové členění obrábění ložiska lunety	16
5. Technologická příprava pro NC stroj	17
5.1 Vyřešení upnutí obrobku	18
5.2 Volba obráběcích nástrojů	19
5.3 Postup při obrábění na NC stroji	24
5.4 Výpočet souřadnicových bodů	31
5.5 Určení jednotkového a dávkového času	44
5.6 Srovnání výrobních časů	47
6. Hodnocení efektivnosti nové technologie obrábění ložiska lunety	48
7. Závěr	50
Použitá literatura	52
Seznam příloh	53

1. Úvod

Realizace perspektivních cílů socialistické společnosti ve sféře výrobní i nevýrobní je objektivně podmíněna výrazným rozvojem vědy a techniky, jejich uplatněním ve všech oblastech společenského života. Rozhodujícím činitelem rozvoje společenské výroby, a tím i vyššího stupně uspokojování potřeb společnosti je růst společenské produktivity práce. K jejímu růstu je základním předpokladem neustálé a cílevědomé uplatňování vědy a techniky v praxi.

Vědeckotechnický rozvoj se stává rozhodující oblastí hospodářské politiky KSČ a je rozhodujícím faktorem současného a zejména dlouhodobého rozvoje naší ekonomiky.

Význam strojírenského odvětví pro rozvoj národního hospodářství v období let 1975 až 1990 je patrný v podílu strojírenství v % na celkové průmyslové výrobě :

Rok	1975	1980	1985	1990
Podíl v %	28,3	29,7	31,1	32,3

Pro rozvoj strojírenství v ČSSR však stále platí určité omezující faktory, z nichž nejvýznamější jsou omezené zdroje růstu pracovních sil.

Za těchto předpokladů růstu a při stagnaci počtu pracovníků se uvažuje s růstem strojírenské výroby v příštích dvaceti letech asi 3,5 násobek objemu výroby z roku 1970.

Plánovaný růst strojírenské produkce můžeme zabezpečit jedině růstem produktivity práce, tzn. uplatňováním progresivních technologických metod, zaváděním moderní a produktivní výrobní techniky a vysokou úrovní řízení a organizace práce ve strojírenství.

Velmi důležitým prostředkem v tomto procesu se stává automatizace výrobního procesu především proto, že kromě standardizace

technologie je v současné době jedinou cestou automatizace obrábění v kusových, malosériových a středně sériových výroбах. Číslicovým řízením lze dosáhnout výrazného zvýšení produktivity práce, ale na straně druhé si vynucuje výrazné zásahy do organizace a řízení, do technické přípravy výroby.

2. Hospodářský význam zadání

Požadovaný nárůst výroby musí řešit i k.p.TOS Varnsdorf. Jedním z možných řešení je racionalizace technologie výroby. Za tímto cílem se v podniku snaží o převod operací z konvenčních strojů v koncentrovanější operace na NC strojích. Těch již v podniku několik pracuje. Jsou to číslicově řízené vodorovné vyvrtávačky a jedno obráběcí centrum. Zatímco vodorovné vyvrtávačky nejsou zdaleka 100% vytíženy, je obráběcí centrum výrobně přetížené. Z tohoto důvodu se v podniku snaží o převod výroby některých výrobků z konvenčních strojů na NC stroje. Jedním z těchto výrobků je i ložisko lunety č.v. 1 08 03 126.

Důvodů, které vedly podnik k tomuto rozhodnutí je několik. Přitom lze vlastně vycházet z ekonomického uplatnění NC strojů ve výrobě:

- 1/ Rychlou přizpůsobivost NC strojů při přechodu na jiný obrobek s možností slučování operací na jedno upnutí obrobku.
- 2/ Přesné kapacitní plánování, které umožňuje vyšší využití směnového časového fondu.
- 3/ Plynulé odvádění výrobků, přičemž je dodržena jejich stálá jakost tím, že je neovlivňuje obsluha.
- 4/ Možnost uplatnění vyšších forem řízení samočinným počítačem.
- 5/ Zkrácení průběžné doby výroby.
- 6/ Použitím optimálních rezných podmínek se zkrátí strojní časy.
- 7/ Výrazné zvýšení produktivity práce při obvykle nižších požadavcích na kvalitu obsluhy, z toho vyplývá úspora kvalifikovaných

pracovníků.

Kromě těchto bodů je to ještě také z důvodů snížení psychické a fyzické námahy pracovníků obsluhy a zvyšuje se i kulturní úroveň výrobního procesu. Naproti tomu vzrostou náklady na údržbu a opravy, nutno zavést nové funkce/programátor, seřizovač nástrojů/atd.

Při záměně zastaralého konvenčního stroje jiným, modernějším konvenčním strojem se v podstatě nemění princip jejich ovládání, způsob technologické přípravy výroby, nutnost značného množství přípravků. Při záměně konvenčního stroje NC strojem se toto vše od základů mění. Číslicově řízené stroje tím, že umožňují zavádět automatizaci do malosériové a kusové výroby nahrazováním konvenčních strojů, se objektivně dostávají do rozporu i s konvenčním průběhem jiných podnikových činností, vznikajících na nejrůznějších místech podniku mimo vlastní technologický provoz nových strojů. Okruh ekonomických nároků a účinků NC strojů se tak oproti strojům konvenčním značně rozšiřují.

3. Rozbor stávající technologie obrábění ložiska lunety

V současné době se ložisko lunety č.v. 1 08 03 126 obrábí na konvenčních obráběcích strojích. Vzhledem k dosti velké členitosti ložiska je výrobní postup rozčleněn do 12 operací a obrábění se provádí na šesti konvenčních obráběcích strojích.

Tab. 3-1 Stávající technologický postup

Op.č.	Střed. prac.	Popis práce	Přípravky	t _{AC}	t _{BC}
1	2	3	4	5	6
1	112 9412	Prorýsovat			
2	117 5286	Vyrovnat dle orýsování, frézovat plochu skříňky na míru 143, pomocné nálitky na míru 92 od plochy skříňky, plochu příruby a nálitku š-10 na míru 29 od boční plochy	445-0155	16	54
3	117 49542	Hrubovat vodící plochy vč. úhlu 55° s přídávkem 1,5mm na plochu	459-0011	36	140
4	117 4831	Frézovat čelo nálitku u ø55H7 vč. nálitku pro upnutí dle orýsování, vrtat ø55H7 na ø50 do hloubky 160, ø35 hotové, ø42K6 a ø35 na ø30 do hl. 173 od čela, ø32K6 a ø25 na ø23			
5	115 9173	Přepnout a frézovat vybrání š-44±0,1 na š-42 Žíhat k odstranění vnitřního pnutí		11	-
6	106 9611	Apretace odlitku, natřít základní barvou			
7	117 49542	Hoblovat vodící plochy na míru 143 s přídávkem 0,1 na plochu, plochu na míru 77 hotové, 2 zápichy š-8, zápich š-B2, 8/0, 5, zápich u úhlu 55°, srazit hrany, míra přes váleček ø16-196, 624 na míru 196, 42	245-0010 459-0011 03-005-N4 03-005-M4	32	130
8	117 5286	Frézovat plochu skříňky na míru 142, pomocné nálitky na míru 92 od plochy skříňky, boční plochu příruby a nálitek na míru 28 od boční plochy.	445-0155	15	100
9	111 5224	Frézovat plochu v ose otvoru ø135±0,1 úhel 20°, horní plochu na míru 22,5	03-005-P2	12	35

Tab. 3-1 pokračování

1	2	3	4	5	6
10	111 5165	a)Frézovat vybrání š-100 na 24,5 od styčné plochy b)Frézovat vybrání š-44 a š-28 hotově	03-005-P2 03-005-N9	25	57
11	117 4652	Upnout do otočného přípravku a vrtat: I.a)Ø55H7 do hloubky 162,vybrání Ø67+0,5x34 b)2xØ21,2 vč.oroštění Ø30 a závitu P16 II.a)vrtat 4x v žebrech Ø16H7 b)nasadit víko č.v.4 08 03 125 c)vrtat společně s víkem otvor Ø16H7 d)otvor Ø25 protočit vč.zapuštění Ø40H7x20 III.Vrtat 1xØ12H8 do hloubky 40 IV.a)1xØ42K6x38,Ø35x173,Ø32K6 na L-185+0,1 b)1xØ5 vč.závitu M6 do Ø12H8 a zahlobení Ø13,5x5 Přepnout do otočného přípravku a vrtat: I.4xØ10,5 vč.zapuštění Ø16,5x10 1xØ10,5 vč.zapuštění Ø16,5x3 1xØ17 vč.zapuštění Ø30 na míru 40 II.a)šikmý mazací otvor Ø6 b)6x6 pro kuželový kolík v náboji 5x10,1 vč. zapuštění Ø23x12 a závitu M12,3xØ6,7 vč.závitu M8 do hloubky 10,2xØ6,7 vč.závitu M8 do Ø16H7	03-005-P7 03-005-N10	160	120
12	117 4831	Frézovat s víkem č.v.4 08 03 135 boční plochu na míru 268,horní plochu na 307,přepnout a frézovat přesah druhé boční plochy společně s víkem	03-005-P3,P4 03-005-N1,N2 03-005-M2,M3	37	32
13		Konečná kontrola			

Z uvedeného stávajícího technologického postupu je patrné rozdělení do jednotlivých operací včetně použitých strojů, přípravků a časů.

Jak již jsem uvedl, je postup rozčleněn do dvanácti operací, z nichž je devět zaměřeno na vlastní obrábění a pouze tři operace na prorýsování, tepelné zpracování a na apretaci odlitku a natření základní barvou. Obrábění se provádí postupně na šesti druzích konvenčních obráběcích strojů: 2x portálová fréza FP 12, 2 x hoblovka HJ 8B, 2 x vodorovná vyvrtávačka W 9 A, 1 x fréza FB 40CV, 1x fréza FA 4V, 1x vrtačka VR 6A. Je patrné i rozčlenění jednotkového a dávkového času:

- jednotkový čas s přírážkou času

směnového

$$t_{AC} = 418 \text{ min}$$

- dávkový čas s přírážkou času

směnového

$$t_{BC} = 762 \text{ min}$$

Z těchto uvedených časů je převážná část na obrábění. Pouze malá část je určena na operace č.1, č.5. a č.6, ve kterých se neobrábí. Na vlastní obrábění je z celkového času dávkového určeno 93%, z času jednotkového 94%.

Vlastní obrábění se provádí nejdříve na hrubo s přídavkem a po tepelném zpracování na čisto. Nevýhodou této technologie obrábění ložiska lunety je velký počet obráběcích strojů a s tím související značný počet výrobních dělníků, velké náklady na mezioperační dopravu, velké množství přípravků, jejichž výroba, údržba a opravy jsou dosti nákladné. Spolu se značným stářím strojů se také tyto skutečnosti projevují na přesnosti výroby, na níž jsou pak závislé náklady na montážní práce.

Spolu s požadovaným nárůstem výroby a z toho vyplývající nutností zvyšování produktivity práce jsou i toto jedny z příčin změny výroby ložiska lunety.

4. Návrh nové technologie obrábění ložiska lunety

Při navrhování nové technologie, ve které se uvažuje s nasazením NC strojů, je nutno brát v úvahu vhodnost opracovávaných prvků na daném NC stroji, z jeho obráběcích možností a nelze ani opomenout primární i sekundární účinky nasazení NC strojů ve výrobě.

Nově navrhovaná technologie vychází ze stávající výkresové dokumentace a z následujících požadavků závodu :

- a/ s nárůstem výroby je nutno zvýšit produktivitu práce
- b/ snížení počtu obráběcích strojů
- c/ snížení počtu výrobních dělníků
- d/ snížení podílu manipulace a mezioperační dopravy
- e/ zvýšení kvality práce při snížené pracnosti
- f/ maximální vytížení číslicově řízených vodorovných vyvrtávaček instalovaných v podniku
- g/ zvýšení kultury, hygieny a bezpečnosti práce

4.1 Rozbor výkresové dokumentace

Ložisko lunety č.v. 1 08 03 126, jehož výkres je zařazen jako příloha č.1, je dosti členitý odlitek o maximálních rozměrech 267 x 307 x 195 mm. Odlitek ze šedé litiny je dodáván slévárnou s běžnou přesností a s běžnými slévárenskými přídávky. Po opracování na hrubo se provádí žíhání na odstranění vnitřního pnutí a dále se provádí obrábění na čisto. Z důvodu značné členitosti ložiska je přístupnost k některým obráběným prvkům možná za použití delších nástrojů. Z hlediska přesnosti výroby je to obrobek, kde se obrábí v tolerancích $\pm 0,5$; $\pm 0,1$; $\pm 0,05$; $\pm 0,01$. Jakost povrchu po obrobení je 12,5; 3,2; 1,6; 0,8; 0,4.

Poslední dvě požadované drsnosti opracování, tj. 0,4 a 0,8 nelze třískovým způsobem obrábění docílit, nehledě na to, že s

rostoucí přesností a jakostí povrchu rostou náklady na výrobu. Proto navrhuji, aby otvory $\varnothing$ 55 H7, $\varnothing$ 16 H7, $\varnothing$ 42 K6, $\varnothing$ 32 K6, $\varnothing$ 40 H7 byly opracovány s drsností 1,6. Tyto otvory slouží pro naražení ložisek, kde je drsnost 1,6 postačující, a tedy navrhovaná změna neovlivní funkci výrobku. Z funkčního hlediska dále bude vyhovovat opracování $\varnothing$ 17 s drsností 3,2 a tolerance vybrání $\varnothing$ - 44 s přesností $\pm 0,05$.

Na ložisku se obrábí celkem 8 rovinných ploch, 7 přesných otvorů, 12 otvorů s netolerovanými rozměry, 12 válcových zahloubení, 2 vybrání přesná a jedno netolerované.

Tyto obráběné prvky jsou na obrobku umístěny v sedmi různých směrech. Značná členitost spolu s obráběním z různých směrů omezuje možnost upnutí při obrábění. Z tohoto důvodu je nutné používat velké množství upínacích přípravků.

Výhodným obráběcím strojem pro součásti skříňového tvaru je vodorovná vyvrtávačka s číslicovým řízením. Potom je možno většinu obráběných prvků sloučit do dvou operací při dvou polohách upnutí.

Při zařazení výroby ložiska lunety na NC stroj je však nutno:

1. Požadovat větší přesnost polotovaru

Zlepší se možnost přesného upnutí a ustavení obrobku v upínacím přípravku, čímž se zvýší přesnost výroby a zkrátí se cyklový čas, protože najíždění nástrojů na dané souřadnice může být prováděno na menší vzdálenost od stěn

2. Požadovat předlití otvoru $\varnothing$ 25, vybrání $\varnothing$ -44 a $\varnothing$ -28

Zkrátí se jednotkový čas, protože se budou moci otvory s netolerovanými rozměry obrábět bez hrubování hned na čisto, tolerované s jednou třískou na hrubování

3. Zvýšit přesnost opracování vodících ploch ze 143 na $143 \pm 0,1$
Tato úprava je nutná vzhledem k ustavení obrobku do upínacího
přípravku při 2.poloze.

Vodící plochy budou sloužit jako technologická základna

4. Zvýšit přesnost opracování rozměru 28 na $28 \pm 0,1$, tj. vzdálenost
vodících ploch od boční plochy.

Tato plocha vodících ploch bude sloužit jako technologická
základna při 1. upnutí.

Navrhované změny neovlivní funkci výrobku, ale dojde k
přesnějšímu ustavení obrobku a tím zvýšení přesnosti. Tyto změny
se projeví malým zvýšením jednotkového základního času.

4.2 Volba NC stroje

Při volbě stroje je nutno vycházet z tvaru obrobku a z
požadavku podniku o maximální vytížení horizontálních vyvrtávaček
číslicově řízených, které jsou již v podniku instalovány: WHQ 9,
DIXI, WHN 9A, WHN 11, WHN 9B.

Obráběcí centrum WHQ 9 nelze použít z důvodů výrobního
přetížení a z nutnosti, že při obrábění ložiska lunety je třeba
několika ručních zásahů / vrtání $\varnothing 16$ H7 do žeber, nasazení víka /,
z čehož vyplývá, že obráběcí centrum by zde nesplnilo svůj účel.
Při výběru z dalších NC strojů jsem porovnával základní technické
parametry jednotlivých strojů:

- maximální rozměr obrobku
- velikost upínací plochy stolu
- pohyby v osách X, Y, Z
- možnost otáčení stolu a počet poloh
- vzdálenost čela vřetena od osy stolu
- rozsah otáček a posuvů
- výkon a celkový příkon stroje
- rozměry stroje

Po srovnání základních parametrů a možností obrábění na jednotlivých NC strojích nejlépe vyhovuje daným požadavkům horizontální vyvrtávačka WHN 9B s numerickým řízením z těchto důvodů :

- a/ většinu operací je možno zařadit na tento stroj
- b/ rozsahy pohybů ve všech třech osách odpovídají velikosti obrobku
- c/ velikost obrobku odpovídá možnostem stroje
- d/ rozsah otáček i posuvů je dostatečný pro obrábění dané součásti
- e/ výkon stroje je úměrný k navrhovaným operacím
- f/ rozměry stroje jsou poměrně malé

Z důvodu relativně malých rozměrů obrobku vůči rozměrům stolu stroje bude nutno použít přídatný dělicí stůl ISD 50, který je ve zvláštním příslušenství vodorovných vyvrtávaček k opracování menších dílců z více stran na jedno upnutí. Tento stůl lze nastavit do libovolné polohy podle úhlové stupnice na obvodu upínací desky a nonia. Použitím tohoto stolu není nutné velké vyložení vřetena, čímž se zvýší tuhost upnutí.

Stručná charakteristika stroje

Vodorovná vyvrtávačka WHN 9B je určena pro přesné souřadnicové vrtání, vyvrtávání a frézování středně velkých obrobků ze šedé litiny, oceli, mosazi atd.

Je to stroj s ruční výměnou nástrojů a s ručním otáčením stolu. Zásobník nástrojů je umístěn vedle stroje.

Stroj je vybaven systémem NS 361, který zajišťuje řízení pravoúhlých cyklů a stavění souřadnic obráběcích strojů. Je to systém s absolutním i přírůstkovým odměřováním polohy nástroje vůči obrobku. Ruční obsluha stroje je soustředěna na panelu stroje.

Hlavní technické údaje WHN 9B

Průměr pracovního vřetena	90 mm
Kuželová dutina	ISO 40
Upínací plocha stolu	1000x1200 mm
Maximální zatížení stolu	3000 kg
Podélné přestavení stolu /Z/	1000 mm
Svislý pohyb vřeteníku /Y/	900 mm
Vzdálenost osy vřetena od upínací plochy stolu	0-900 mm
Příčné přestavení stolu /X/	1250 mm
Výkon elektromotoru pro pohon vřetena	20 kW
Rychloposuv všech skupin	3200 mm/min
Mikroposuv všech skupin	5 mm/min
Rozsah otáček pracovního vřetena	9-1120 min ⁻¹
Posuvy všech skupin	2-3200 mm/min
Výkon motoru pro pohon posuvu při 2800 ot/min	5,4 kW
Celkový příkon stroje	32 kVA
Rozměry:	
délka x šířka	4680x2300 mm
výška	2690 mm
Hmotnost stroje asi	12000 kg
Výsuv pracovního vřetena	680 mm

4.3 Prvky pro obrábění na NC stroji WHN 9B

Na této horizontální vyvrtávačce je možno obrábět rovinné plochy, otvory, zahloubení i závity. Použitím otočného přídatného stolu ISD 50 je možno obrábění provádět v libovolném směru, přičemž osa otvoru musí být rovnoběžná s upínací plochou stolu a rovinné plochy musí být na tuto kolmé nebo s ní být rovnoběžné.

Těmto požadavkům nevyhovuje šikmý mazací otvor $\varnothing 6$ a šest otvorů pro kuželový kolík $\varnothing 6$. Tyto prvky by se obrobily dodatečně při montáži.

Při použití NC stroje je třeba obrobek přesně ustavit v přípravku. Z tohoto důvodu navrhuji obrobit vodící plochy, čelo nálitku u $\varnothing 55$ H7 a plochu příruby motoru s nálitkem š - 10 po tepelném zpracování na čisto. K provedení těchto operací je nutno obrobit i plochu skříňky na míru 143 a pomocný nálitek u šikmé plochy na míru 92 od plochy skříňky z důvodu upnutí a ustavení obrobku při následujících operacích obrábění vodících ploch. Tyto operace se budou provádět na konvenčních strojích za použití stávající technologie. Ve starém technologickém postupu jsou to operace 2, 3, 5, 6, 7 a část operací 4 a 8. Uvedené plochy budou sloužit jako technologická plocha pro upnutí odlitku v upínacím přípravku. Ostatní prvky, obsažené v operacích 4, 8, 9, 10, 11, 12 stávajícího technologického postupu se budou obrábět na NC stroji WHN 9B, s výjimkou mazacího otvoru $\varnothing 6$ a šesti otvorů pro kuželový kolík $\varnothing 6$ ve dvou polohách a to následovně :

I. poloha - prvky ve směrech "E", "F", "G"

II. poloha - prvky ve směrech "A", "B", "C", "D"

Označení těchto směrů a prvků v těchto směrech je provedeno na výkrese ložiska lunety č.v. 1 08 03 126, který je zařazen jako příloha č.1 .

4.4 Nové členění obrábění ložiska lunety

Při obrábění ložiska lunety navrhuji následující rozčlenění technologie:

Číslo operace	Stručný popis práce
1	Prorýsovat
2	Frézovat plochu skříňky na míru 143, pomocné nálitky u šikmé plochy na míru 92, boční plochu příruby motoru a nálitku š - 10 na míru 29
3	Hoblovat vodící plochy vč. úhlu 55° s přídavkem 1,5 mm na plochu
4	Žíhat k odstranění vnitřního pnutí
5	Apretace odlitku, natřít základní barvou
6	Hoblovat vodící plochy na míru 143 s přídavkem 0,1 na plochu, plochu na míru 77 hotově, dva zápichy š - 8, zápich š - B2,8/0,5, zápich u úhlu 55° , míra 196,624 přes váleček ϕ 16 na míru 196,42
7	Frézovat boční plochu příruby a nálitek na míru 28, čelo nálitku u ϕ 55H7 dle rýsování
8	Frézovat plochu skříňky na míru 142 od vodících ploch, plochu v ose otvoru $\phi 135 \pm 0,1$ a horní plochu na míru 22,5, vybrání š - $100 \pm 0,1$ na 24,5 od styčné plochy, vybrání š - $44 \pm 0,01$ a š - 28 Vrtat: 4x $\phi 10,5$ včetně zapuštění $\phi 16,5 \times 10$ 1x $\phi 10,5$ včetně zapuštění $\phi 16,5 \times 3$ 1x $\phi 17$ včetně zapuštění $\phi 30$ na míru 40
9	Vrtat ϕ 55 H7 do hloubky 162, vybrání $\phi 67 \pm 0,5 \times 34$, 2x $\phi 21,2$ včetně orovnání a závitu P16 Vrtat 4x v žebrech $\phi 16$ H7, nasadit víko a ostavit, vrtat s víkem otvor $\phi 16$ H7, otvor $\phi 25$ protočit včetně zapuštění $\phi 40$ H7x20, vrtat 1x $\phi 12$ H8 do hloubky 40,

protočít $\varnothing 35$, 1x $\varnothing 42$ K6x38, $\varnothing 35$ x173, $\varnothing 32$ K6x185 $\pm$ 0,1,
1x $\varnothing 5$ včetně závitu M6 do $\varnothing 12$ H8 a zahlobení
 $\varnothing 13,5$ x5 , 5x $\varnothing 10,1$ včetně zapuštění $\varnothing 23$ x12 a závitu
M12, 3x $\varnothing 6,7$ včetně závitu M8 do hloubky 10
Frézovat boční plochu na míru 268, horní plochu
na míru 307

10 Vrtat 7x $\varnothing 6$ /při montáži /

Z navrženého technologického postupu výroby ložiska lunety vyplývá, že podstatná část obrábění je soustředěna do dvou operací 8 a 9. Tyto dvě operace budou prováděny na NC stroji WHN 9B.

Operace 1 - 7 budou prováděny na konvenčních strojích stávajícími technologií. Operace 10, vrtání mazacího otvoru $\varnothing 6$ a šesti otvorů pro kuželové kolíky $\varnothing 6$, se bude provádět při montáži.

V další části své práce se budu zabývat rozbořem operací 8 a 9. Tyto operace je nutno podrobně rozpracovat, aby bylo možno na tyto dvě operace sestavit řídicí program pro číslicově řízenou horizontální vyvrtávačku WHN 9B.

5. Technologická příprava pro NC stroj

Výsledkem technologické přípravy je vypracování programu, podle něhož se pak řídí obrábění všech prvků na obrobku. Proto je nutno tuto část zpracovat velmi podrobně.

Technologickou přípravu pro NC stroj WHN 9B pro obrábění ložiska lunety jsem rozdělil do těchto dílčích činností:

1. Vyřešení upnutí obrobku vzhledem k práci na NC stroji
2. Volba nástrojů pro obrábění jednotlivých prvků
3. Sestavení pořadí obrábění jednotlivých prvků s přiřazením nástrojů a řezných podmínek

4. Výpočet souřadnicových bodů
5. Vypracování programového listu a listů anulace upnutí
6. Zhotovení děrné pásky a její odladění na NC stroji
7. Určení jednotkového a dávkového času

5.1 Vyřešení upnutí obrobku

Vyřešení upínacího přípravku je velmi důležitý faktor při obrábění součástí na číslicově řízených strojích. Upínací přípravek je nutno řešit tak, aby bylo možno obrobit požadované prvky na obrobku ve všech směrech při zaručené požadované přesnosti. Kromě toho se podle upnutí součástí a podle polohy dorazových ploch přípravku počítají souřadnice, které udávají polohu jednotlivých prvků. Ložisko lunety je obráběno ze sedmi různých směrů, z nichž tři leží v jedné rovině a zbývající čtyři v rovině druhé, která je na první rovinu kolmá. Vzhledem k tomu, že nelze ložisko lunety obrobit na jedno upnutí ve všech směrech, je upínání řešeno samostatně pro obě polohy obrobku při obrábění.

Výkres číslo 0-KOM-OM-071/01, který je zařazen jako příloha číslo 2, je upínací přípravek pro první upnutí. Skládá se z desky / poz. č. 1 /, na kterou jsou přivařeny dvě stojiny / 2 /. Na tyto stojiny jsou přišroubovány kostky / 4 / pomocí šroubů / 21 /. Na desce je rovněž přišroubován doraz / 5 /. Na jedné stojině je přišroubována lišta / 11 /, na druhé je přitlačný šroub / 20 /. V horní části stojin jsou zapuštěny otočné upínky / 3 /, které jsou přitlačovány maticí / 19 /. Ve vodorovném směru jsou ve stojinách trubky / 13, 14 /, v nichž je drážka pro kolíky / 15, 16 /. V těchto trubkách se pomocí matice / 17 / pohybují šrouby / 9, 10 / s přivařeným táhlem / 7, 8 /.

Výkres číslo 1-KOM-OM-071/02, zařazený jako příloha číslo 3, je upínací přípravek pro druhé upnutí. Skládá se z desky / 1 /, na které

je přišroubováno vodící prizma /5,6/, navařeny zadní sloupky /2/, přišroubovány přední sloupky /3/ a třmeny /10/. Na desce je dále přišroubován doraz /8/ a umístěn vysunutelný hranol /7/ s přitlačným šroubem /13/. Pomocí vodícího šroubu /20/ se posouvá upínka /4/.

Pro první polohu, ve které budou obráběny prvky ve směrech "E", "F", "G", jsou použity k přesnému ustavení obrobené vodící plochy a plocha u ϕ 55 H7, tj. strana "C". Ustavení obrobku je provedeno pomocí šroubu /20/, kterým se obrobek dorazí na lištu /11/ a pomocí šroubů /9,10/ s táhly /7,8/, kterými se obrobek přitlačí na doraz /5/ a na kostky /4/. Vlastní upnutí se provede pomocí otočné upínky /3/ maticí /19/.

Ve druhé poloze budou obráběny prvky ve směrech "A", "B", "C", "D". K přesnému ustavení bude použito opět vodících ploch a plochy u ϕ 55 H7. K ustavení obrobku dojde přitlačením na doraz /8/ přitlačným šroubem /13/ a na zadní sloupky /2/ pomocí posuvných upínek vedených v prizmatech. Ty zároveň přitlačují obrobek na přední sloupky /3/. Vlastní upnutí se provede šroubem vedeným obrobkem otvorem ϕ 17 /E6/ na kostku /11/.

Oba upínací přípravky jsou navrženy pro otočný stůl ISD 50, který je montován před obráběním ložiska lunety na stroj. Přesná poloha přípravků je zajištěna pomocí tří čepů /21/ a drážek ve stole ISD 50. Oba přípravky jsou upnuty k otočnému stolu pomocí tří, resp. dvou šroubů s T hlavou.

5.2 Volba obráběcích nástrojů

Na horizontální vyvrtávačce číslicově řízené WHN 9B je možno frézovat, vrtat, vyvrtávat, hrubovat a vystružovat otvory, zahlubovat a řezat závity. Pro obrábění těchto prvků lze použít nástrojů normalizovaných nebo v případě potřeby se může použít nářadí

speciální. Nástroje se vyměňují ručně, upínání je hydraulické pomocí bajonetového zámku na nástroji a kuželové dutiny pracovního vřetena.

Při volbě nástrojů pro obrábění ložiska lunety jsem spolupracoval s oddělením pro programování NC strojů k.p. TOS Varnsdorf. Použité nástroje jsou obsaženy v katalogu nástrojů, 1. díl řezné nástroje, v případě nenormalizovaných nástrojů je pak nutno použít nástroje speciální.

Vybrané nástroje jsem seřadil do nástrojové sestavy pro obrábění při prvním i druhém upnutí. Nástroje jsou seřazeny po sobě podle použití při obrábění.

Nástrojové sestavy jsou uvedeny v tab. 5.2.-1 a 5.2.-2

Tab. 5.2-1 Sestava nástrojů pro první upnutí

Číslo nástroje	Název - rozměr	Délka L mm	Označení	Norma
0001	Fréza čelní ø125	95,000	Fr 125	ČSN 22 24 62
0002	Navrtávák ø15	250,000	Na 15	Spec.nástroj
0003	Vrták ø10,5	200,000	Vr 10,5	ČSN 22 11 40
0004	Vrták ø17	200,000	Vr 17	ČSN 22 11 40
0005	Záhlubník válcový ø16,5	210,000	Zv 16,5	ČSN 22 16 10
0006	Záhlubník válcový ø30	140,000	Zv 30	ČSN 22 637
0007	Fréza čelní válcová ø80(hrubovací)	80,000	Frh 80	ČSN 22 24 94
0008	Fréza čelní válcová ø80(dokončovací)	85,000	Frd 80	ČSN 22 21 54
0009	Fréza čelní válcová ø40(hrubovací)	140,000	Frh 40	ČSN 22 21 46
0010	Fréza čelní válcová ø28	130,000	Fr 28	ČSN 22 21 46
0011	Fréza čelní válcová ø40(dokončovací)	140,000	Frd 40	ČSN 22 21 46

Tab. 5.2-2 Sestava nástrojů pro druhé upnutí

Číslo nástroje	Název - rozměr	Délka L mm	Označení	Norma
0012	Vrták ø 15,5	280,000	Vr 15,5	ČSN 22 11 25
0013	Výhrubník ø15,8	280,000	Vh 15,8	Spec.nástroj
0014	Výstružník ø 16 H7	280,000	Vs 16H7	ČSN 22 14 45
0015	Vyvtávací tyč ø 25	120,000	Vt 25	Spec.nástroj
0016	Vyvtávací tyč ø 39,5 / hrubovací /	120,000	Vt 39,5	ČSN 22 17 34
0017	Vyvtávací tyč ø 40 H7	120,000	Vt 40H7	ČSN 22 17 34
0018	Vrták ø 11,5	150,000	Vr 11,5	ČSN 22 11 40
0019	Výhrubník ø 11,8	130,000	Vh 11,8	ČSN 22 14 11
0020	Výstružník ø 12 H8	130,000	Vs 12H8	ČSN 22 14 46
0021	Vyvtávací tyč ø 35	190,000	Vt 35	Spec.nástroj
0022	Fréza čepová válcová ø 13,5	150,000	Fr 13,5	ČSN 22 21 91
0023	Vrták ø5	90,000	Vr 5	ČSN 22 11 40
0024	Závitník M6	200,000	M6	ČSN 22 30 42
0025	Vyvtávací tyč hrubovací ø 31,5	200,000	Vt 31,5	Spec.nástroj
0026	Vyvtávací tyč ø 32 K6	200,000	Vt 32K6	Spec.nástroj
0027	Vyvtávací tyč hrubovací ø 41,5	125,000	Vt 41,5	ČSN 22 17 34
0028	Vyvtávací tyč ø 42 K6	125,000	Vt 42K6	ČSN 22 17 34
0029	Vrták ø 10,1	120,000	Vr 10,1	ČSN 22 11 40
0030	Záhlubník válcový ø 23	180,000	Zv 23	Spec.nástroj
0031	Závitník M12	200,000	M12	ČSN 22 30 42
0032	Vrták ø 6,7	110,000	Vr 6,7	ČSN 22 11 40

Tab. 5.2-2 pokračování

Číslo nástroje	Název - rozměr	Délka L mm	Označení	Norma
0033	Závitník M8	200,000	M8	ČSN 22 30 42
0034	Vyvrtávací tyč hrubovací ϕ 54,5	200,000	Vt 54,5	ČSN 22 17 34
0035	Vyvrtávací tyč ϕ 55 H7	200,000	Vt 55H7	ČSN 22 17 34
0036	Fréza čelní válcová ϕ 50	110,000	Fr 50	Spec.nástroj
0037	Vrták ϕ 21,2	180,000	Vr 21,2	ČSN 22 11 40
0038	Závitník P16	200,000	P16	ON 22 30 14
0039	Fréza čepová ϕ 30	150,000	Fr 30	Spec.nástroj

Pozn.: Pro řezání závitů bude použit přístroj GB 2 s nastavitelnou bezpečnostní spojkou a s pružným osovým vyrovnáním.

5.3 Postup při obrábění na WHN 9B

Další činností po vyřešení upnutí obrobku v obou polohách a po volbě nástrojů pro obrábění jednotlivých prvků je určení řezných podmínek pro jednotlivé nástroje.

Při volbě řezných podmínek jsem vycházel z doporučených hodnot pro jednotlivé způsoby obrábění uvedevých ve strojnických tabulkách a z doporučených hodnot výrobce. Navržené hodnoty jsem konzultoval s pracovníky oddělení programování NC strojů k.p.TOS Varnsdorf.

Při stanovování řezných podmínek je nutno vycházet z průměrné jakosti odlitků a odchylky měr směrem k horšímu, aby nevzniklo nebezpečí poškození nástroje nebo stroje. To znamená, že čím větší toleranční pole jakosti a měr polotovaru, tím je větší čas na opracování.

Při sestavování postupového listu je třeba postupovat tak, aby jednotlivé úkony byly řazeny za sebou s minimálními časovými ztrátami. Proto je třeba daným nástrojem obrobit všechny potřebné prvky té strany s maximálním využitím automatického cyklu.

Ekonomický dopad neoptimálního rozdělení operace do skupin úkonů a pak na úkony je značný. Proto je třeba tyto úkony optimálně volit a seřadit.

Postup obrábění při prvním upnutí je v tab.5.3.-1

Postup obrábění při druhém upnutí je v tab.5.3.-2

Tab.5.3-1 Postup obrábění na WHN 9B při 1.upnutí

Operace číslo	Směr	Osa	Popis práce	Nástroj	Otáčky min ⁻¹	Posuv mm.min ⁻¹
1	2	3	4	5	6	7
8	E	1	Frézovat plochu skříňky na míru 142	Fr 125	160	320
		1	Navrtat pro ø10,5	Na 15	500	100
		2	Navrtat pro ø10,5		500	100
		3	Navrtat pro ø10,5		500	100
		4	Navrtat pro ø10,5		500	100
		5	Navrtat pro ø10,5		500	100
		6	Navrtat pro ø17		500	100
		1	Vrtat ø10,5	Vr 10,5	500	80
		2	Vrtat ø10,5		500	80
		3	Vrtat ø10,5		500	80
		4	Vrtat ø10,5		500	80
		5	Vrtat ø10,5		500	80
		6	Vrtat ø17		500	80
		1	Zapuštění ø16,5x10	Zv 16,5	400	40
		2	Zapuštění ø16,5x3		400	40
		3	Zapuštění ø16,5x10		400	40
		4	Zapuštění ø16,5x10		400	40
		5	Zapuštění ø16,5x10		400	40

Tab. 5.3-1 pokračování

1	2	3	4	5	6	7
8	E	6	Zapuštění $\phi 30$	Zv 30	400	40
	F	1 2 3 3	Frézovat plochu v ose otvoru $\phi 135$ Frézovat plochu na 22,5 Hrubovat vybrání š-100 Frézovat na čisto vybrání š-100	Fr 125 Frh 80 Frd 80	160 160 250 80	320 320 100 80
	G	1 1 2	Frézovat vybrání š-44 na hrubo Frézovat vybrání š-44 na čisto Frézovat vybrání š-28	Frh 40 Frd 40 Fr 28	160 160 224	100 80 100

Tab. 5.3-2 Postup obrábění na WHN 9B při 2.upnutí

Oper. číslo	Směr	Osa	Popis práce	Nástroj	Otáčky min ⁻¹	Posuv mm.min ⁻¹
1	2	3	4	5	6	7
9	B	1	Navrtat 2x pro ø16H7	Na 15	500	100
		1	Vrtat ø15,5	Vr 15,5	355	63
		1	Vyhrubovat ø15,8	Vh 15,8	315	250
		1	Vystružit ø16H7	Vs 16H7	90	80
			Upnout víko			
		2	Vrtat ø15,5	Vr 15,5	355	80
		2	Vyhrubovat ø15,8	Vh 15,8	315	250
		2	Vystružit ø16H7	Vs 16H7	90	80
			Víko zajistit - tyčkou ø15,95			
		1	Frézovat s víkem na míru 268	Fr 125	160	320
	D	3	Vyvrtat ø25	Vt 25	710	100
		3	Hrubovat ø39,5	Vt 39,5	560	80
		3	Vyvrtat ø40H7	Vt 40H7	630	40
		1	Frézovat s víkem na míru 307	Fr 125	160	320
		1	Navrtat pro ø12H8	Na 15	500	50
		1	Vrtat ø11,5	Vr 11,5	500	100
		1	Vyhrubovat ø11,8	Vh 11,8	400	160
		1	Vystružit ø12H8	Vs 12H8	112	63
		2	Vyvrtat ø35	Vt 35	630	80

Tab. 5.3-2 pokračování

1	2	3	4	5	6	7
9	A	1	Zarovnat $\phi 13,5$	Fr 13,5	500	50
		1	Vrtat $\phi 5$ do $\phi 12H8$	Vr 5	710	80
		1	Řezat závit M6	M6	100	100
		2	Vyvrtnat $\phi 35$	Vt 35	630	80
		2	Hrubovat $\phi 41,5$	Vt 41,5	560	80
		2	Vyvrtnat $\phi 42K6$	Vt 42K6	630	40
		2	Hrubovat $\phi 31,5$	Vt 31,5	710	100
		2	Vyvrtnat $\phi 32K6$	Vt 32K6	710	50
		3	Navrtat pro M12	Na 15	500	100
		4	Navrtat pro M12		500	100
		5	Navrtat pro M12		500	100
		6	Navrtat pro M12		500	100
		7	Navrtat pro M12		500	100
		8	Navrtat pro M8		500	100
		9	Navrtat pro M8		500	100
		10	Navrtat pro M8		500	100
		3	Vrtat $\phi 10,1$	Vr 10,1	500	100
		4	Vrtat $\phi 10,1$		500	100
		5	Vrtat $\phi 10,1$		500	100
		6	Vrtat $\phi 10,1$		500	100
		7	Vrtat $\phi 10,1$		500	100

Tab. 5.3-2 pokračování

1	2	3	4	5	6	7
9	A	3	Zapuštění $\varnothing 23 \times 12$	Zv 23	315	50
		4	Zapuštění $\varnothing 23 \times 12$		315	50
		5	Zapuštění $\varnothing 23 \times 12$		315	50
		6	Zapuštění $\varnothing 23 \times 12$		315	50
		7	Zapuštění $\varnothing 23 \times 12$		315	50
		3	Řezat závit M12	M12	112	200
		4	Řezat závit M12		112	200
		5	Řezat závit M12		112	200
		6	Řezat závit M12		112	200
		7	Řezat závit M12		112	200
		8	Vrtat $\varnothing 6,7$ do hloubky 15	Vr 6,7	500	50
		9	Vrtat $\varnothing 6,7$ do hloubky 15		500	50
		10	Vrtat $\varnothing 6,7$ do hloubky 15		500	50
		8	Řezat závit M8 do hloubky 10	M8	112	125
		9	Řezat závit M8 do hloubky 10		112	125
		10	Řezat závit M8 do hloubky 10		112	125
	C	1	Hrubovat $\varnothing 54,5$	Vt 54,5	400	50
		1	Vyvrtat $\varnothing 55H7$	Vt 55H7	500	35
		1	Vyvrtat $\varnothing 67$	Fr 50	355	50

Tab. 5.3-2 pokračování

1	2	3	4	5	6	7
9	C	2 3 2 3 2 3	Orovnat pro Pl6 Orovnat pro Pl6 Vrtat ø21,2 Vrtat ø21,2 Řezat závít Pl6 Řezat závít Pl6	Fr 30 Vr 21,2 Pl6	630 630 224 224 80 80	50 50 63 63 160 160

5.4 Výpočet souřadnicových bodů

Před vlastním výpočtem souřadnicových bodů je nutno si ujasnit polohu ploch, na které se budou obrobky dorážet vzhledem k osám stolu /s touto představou je už nutno i konstruovat přípravek/. Teprve potom lze vypracovat podklady pro seřízení jednotlivých souřadnic. Tomuto seřízení souřadnic před vlastním obráběním na NC stroji odpovídá souřadnicová soustava stroje, která je určena pevným vztažným bodem na stroji.

Vzhledem k tomu, že je nutno obrábění provádět na dvě operace, tj. na dvě polohy upnutí, je z důvodu použití dvou upínacích přípravků nutno seřizovat souřadnici "Y" při první i druhé poloze obrábění vždy znovu, protože souřadnice "Y" dorazových ploch je rozdílná u obou přípravků. Seřízení souřadnic "Y" a "Z" platí pro obě polohy obrábění.

Schéma polohy dorazových ploch pro 1. i 2. polohu je patrné z obr. 5.4. - 1a, b

Seřízení souřadnic je na obr. 5.4. - 2a, b, c, d,

Pro souřadnicovou soustavu stroje platí:

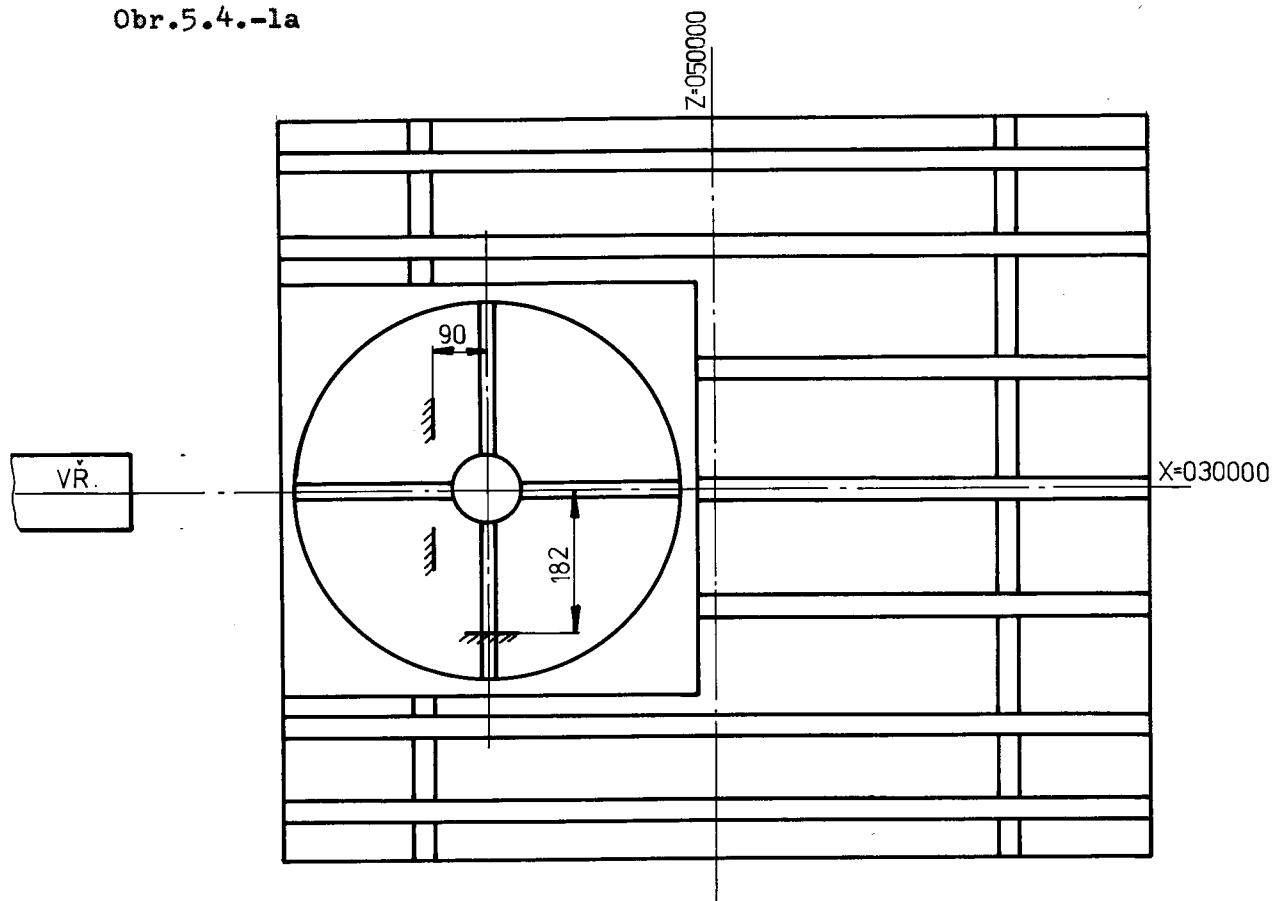
$X=0$, když osa stolu je 300 mm vlevo od osy vřetena

$Y_I=0$, když je vřeteno 55 mm nad rovinou stolu ISD 50

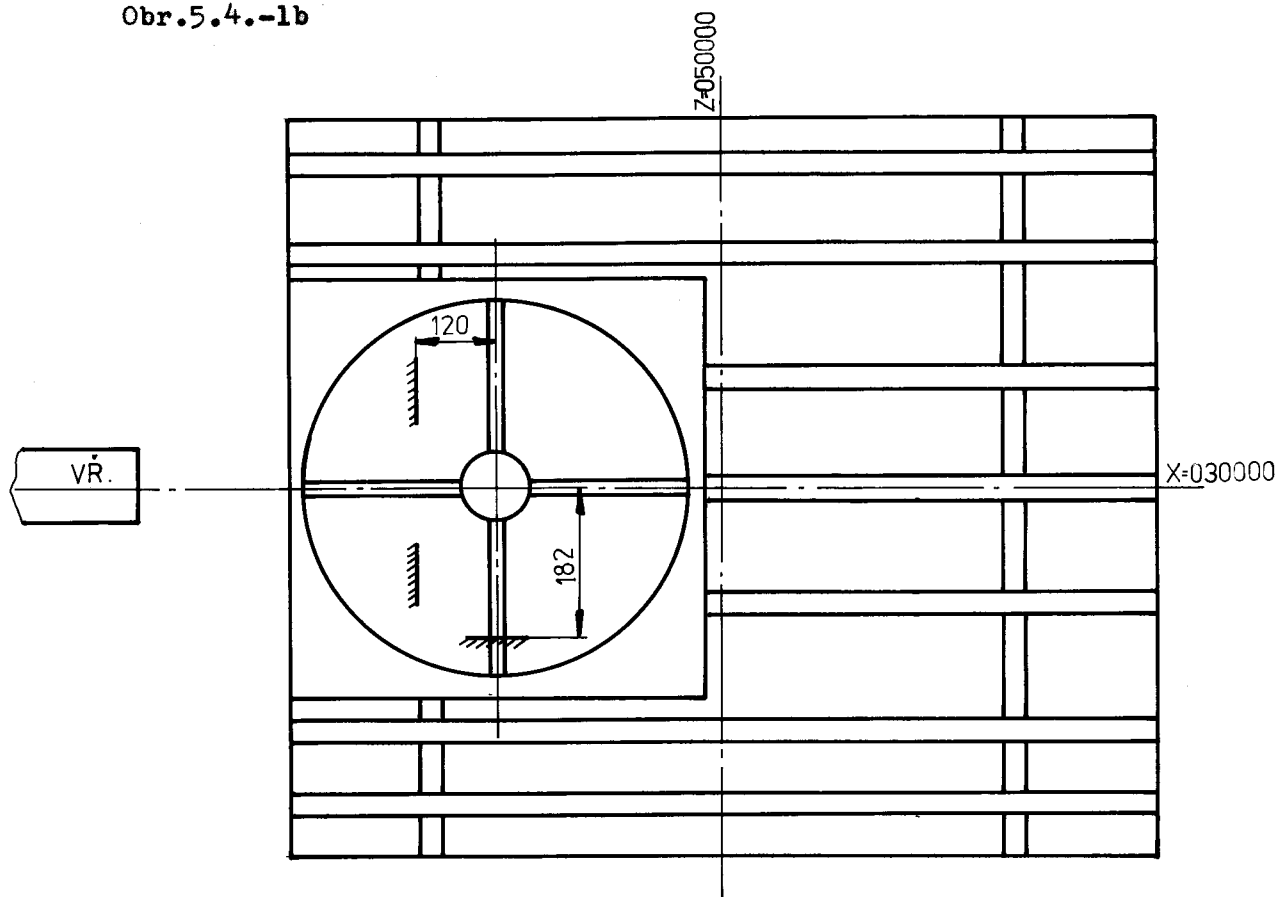
$Y_{II}=0$, když je vřeteno 70 mm nad rovinou stolu ISD 50

$Z=0$, když je čelo vřetena 500 mm od osy stolu ISD 50

Obr.5.4.-1a

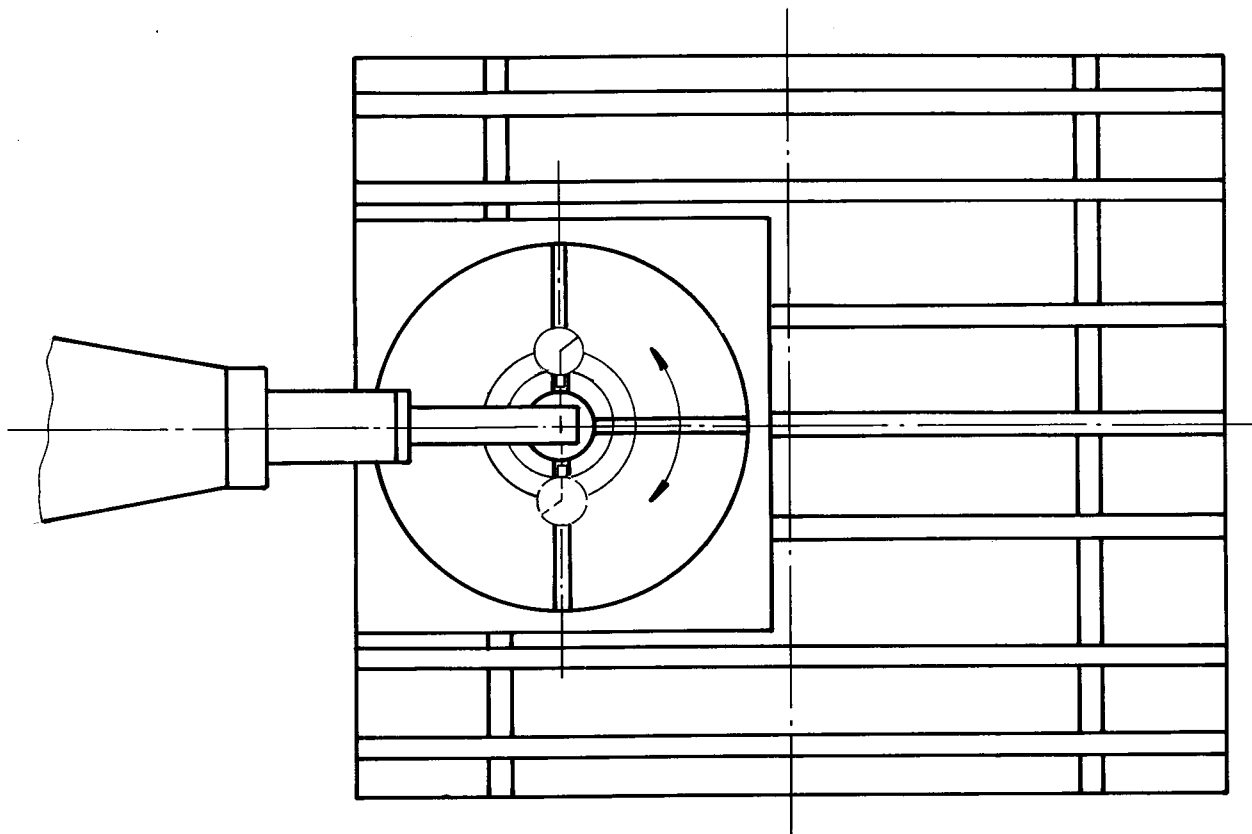


Obr.5.4.-1b



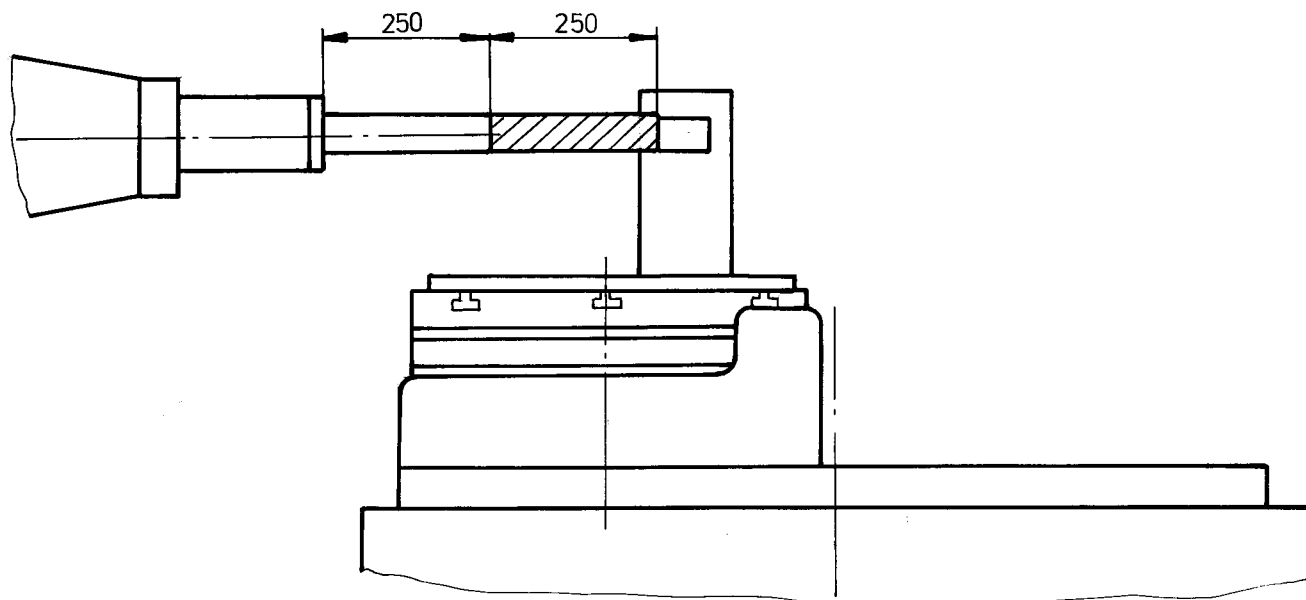
Obr.5.4.-2a Seřízení souřadnice X

Pomocí kontrolního trnu $\varnothing 50/L=250$ a pomocí indikátorových hodinek najet střed otáčení stolu ISD 50 a anulačními přepínači nastavit souřadnici X = 030000



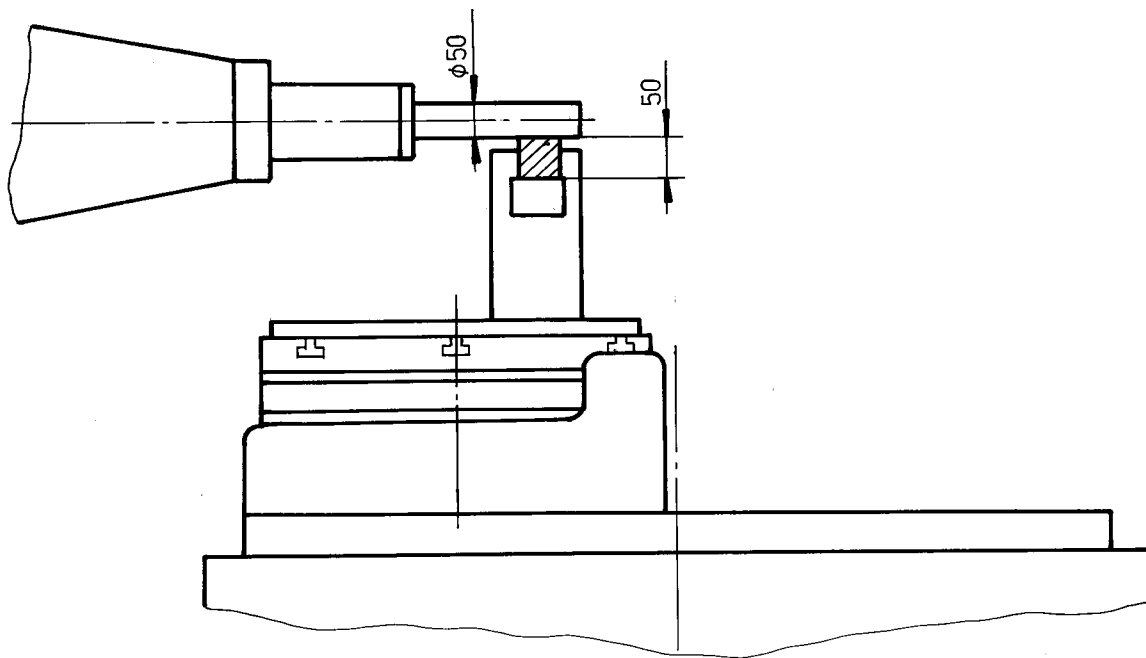
Obr.5.4.-2b Seřízení souřadnice Z

Pomocí kontrolního trnu $L=250$ a koncové měrky $L=250$ najet k pevnému dorazu na přípravku a pomocí anulačních přepínačů nastavit souřadnici Z = 091000



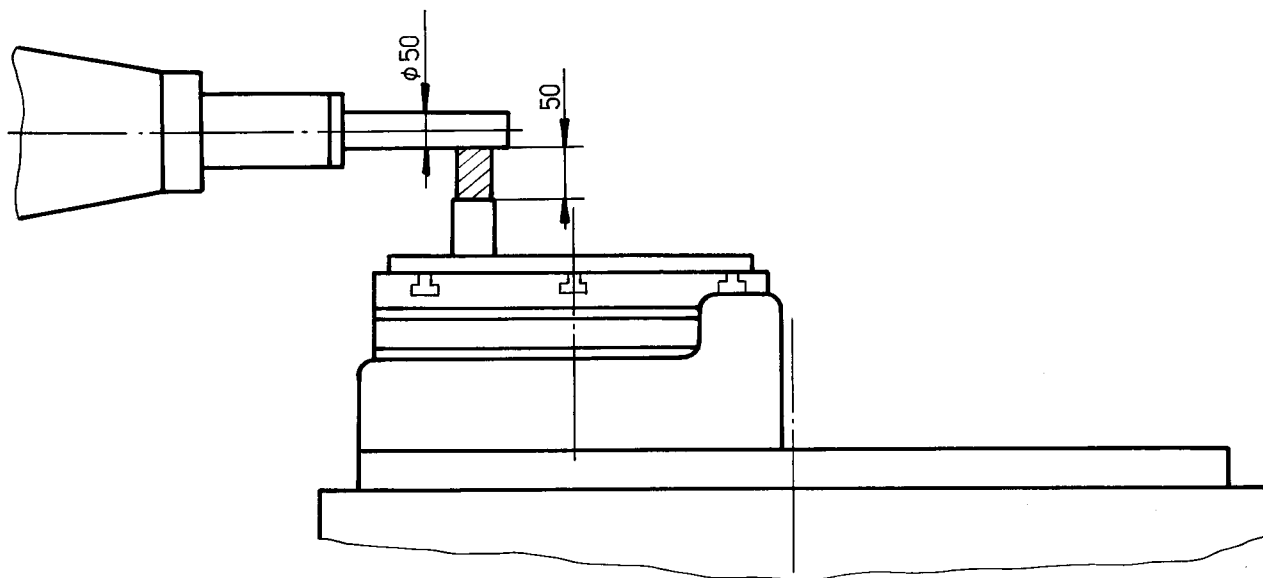
Obr.5.4.-2c Seřízení souřadnice Y - 1.poloha

Pomocí kontrolního trnu $\phi 50/L=250$ a koncové měrky $L=50$ najet na dosedací plochu upínacího přípravku a anulačními přepínači nastavit souřadnici Y = 057500



Obr.5.4.-2d Seřízení souřadnice Y - 2.poloha

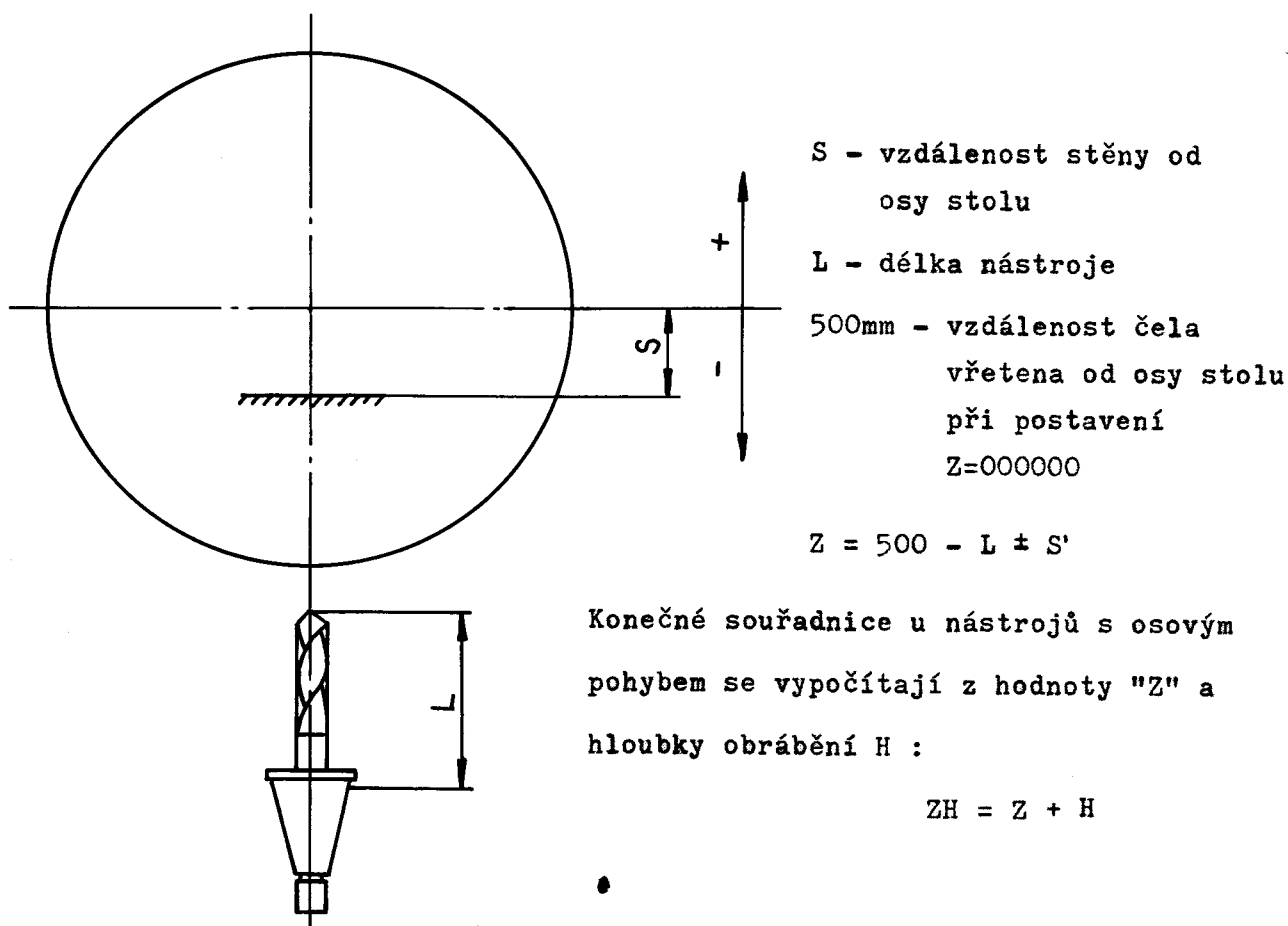
Pomocí kontrolního trnu $\phi 50/L=250$ a koncové měrky $L=50$ najet na dosedací plochu upínacího přípravku a anulačními přepínači nastavit souřadnici Y = 047500

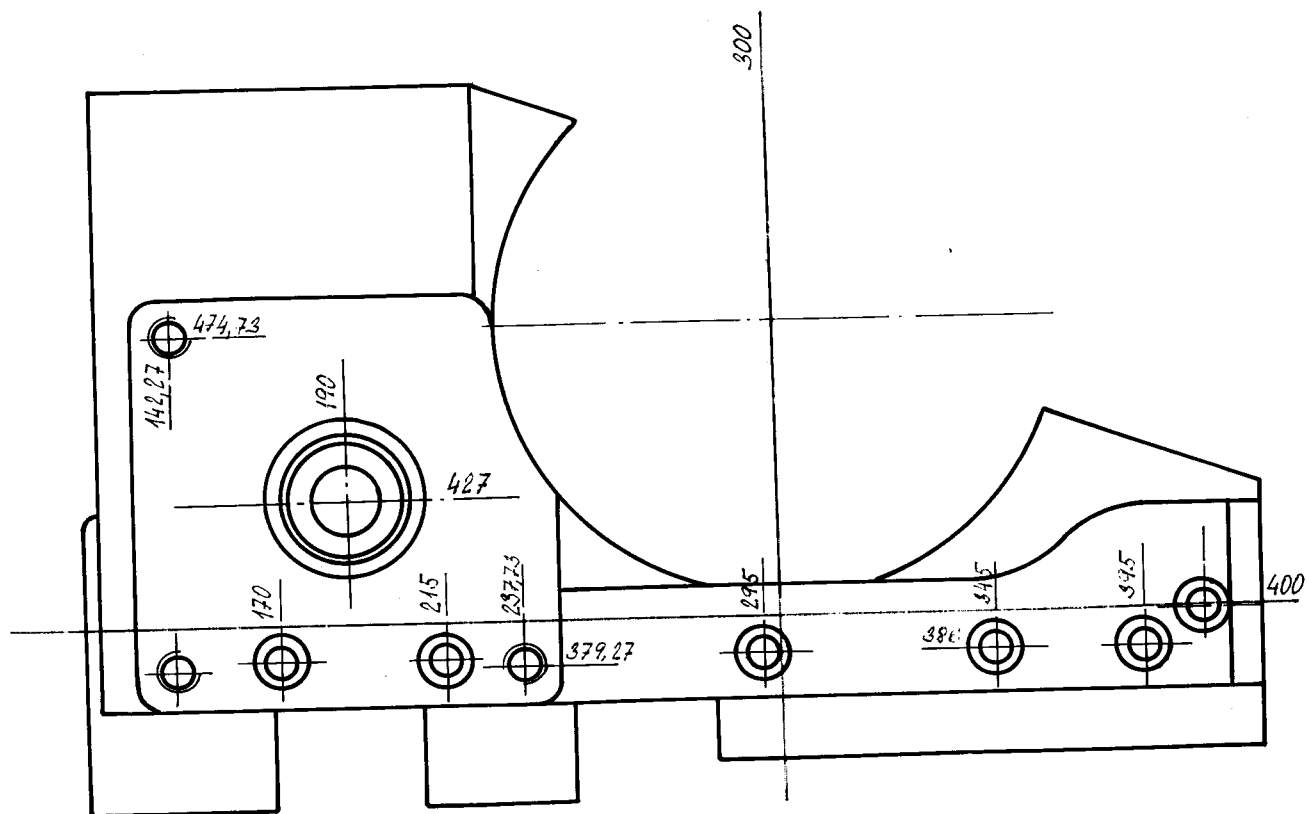
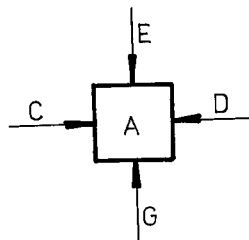


Při výpočtu souřadnicových bodů je výhodné, bez ohledu na skutečný pohyb souřadnic, představit si vřeteno jako jediný pohybující se element stroje.

Souřadnice jednotlivých bodů je třeba vypočíst předem a zaznamenat do souřadnicového listu. Programátor pak nemusí sledovat dráhu nástroje. Zvláštní pozornost je nutno věnovat určení souřadnice Z, protože při obrábění prvního kusu znamenají nepřesnosti v této souřadnici nepředvídané kolise. Hodnotu souřadnice Z je třeba při najíždění rychloposuvem zvětšit o $3 \div 5$ mm podle kvality polotovaru nebo předchozího obrobení. Určení souřadnice Z vyplývá názorně z obr. 5.4.-3. Je zřejmé, že hodnota S může nabývat kladných i záporných hodnot, které závisí na poloze obráběného prvku vzhledem k ose stolu.

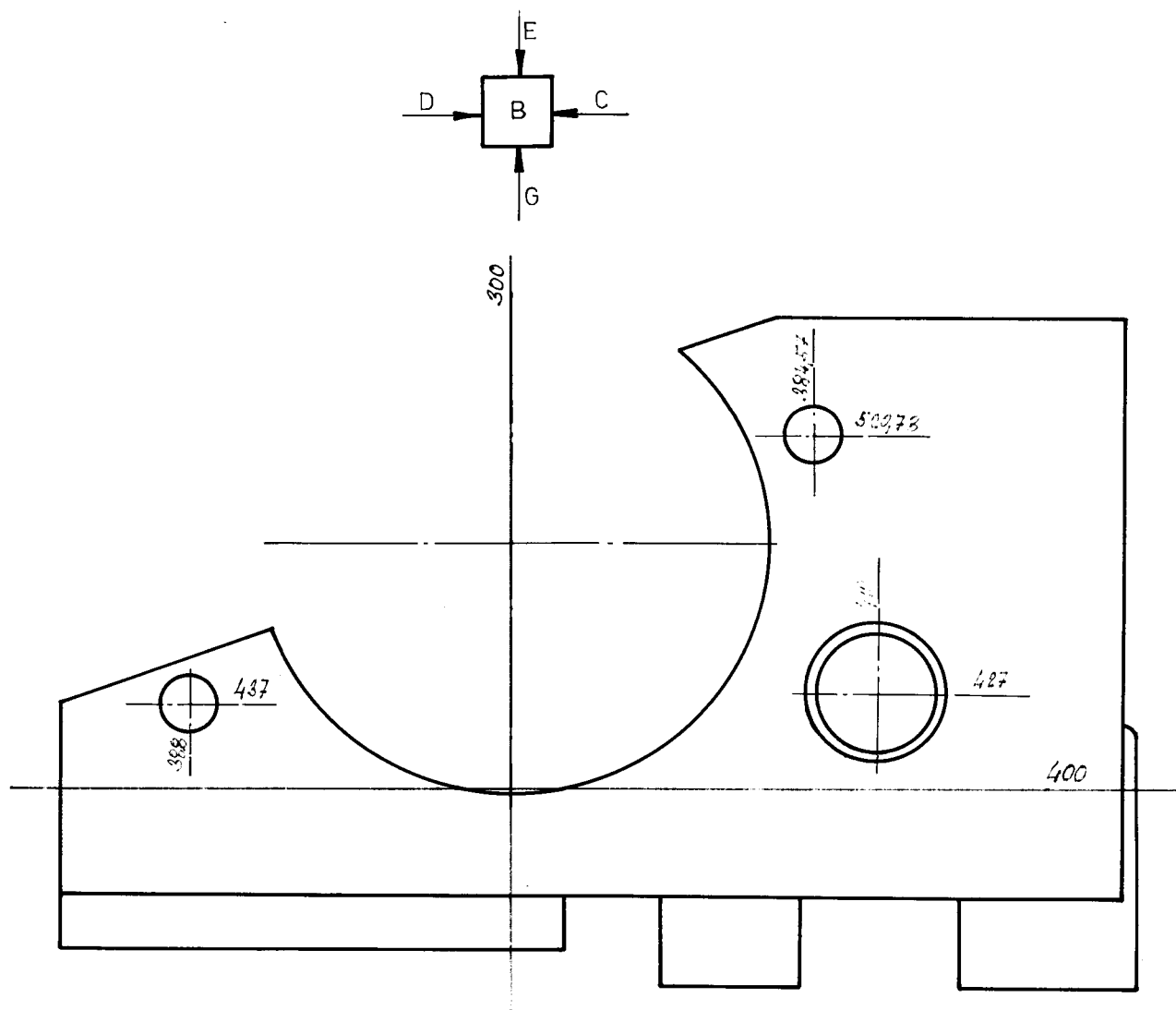
obr. 5.4.-3



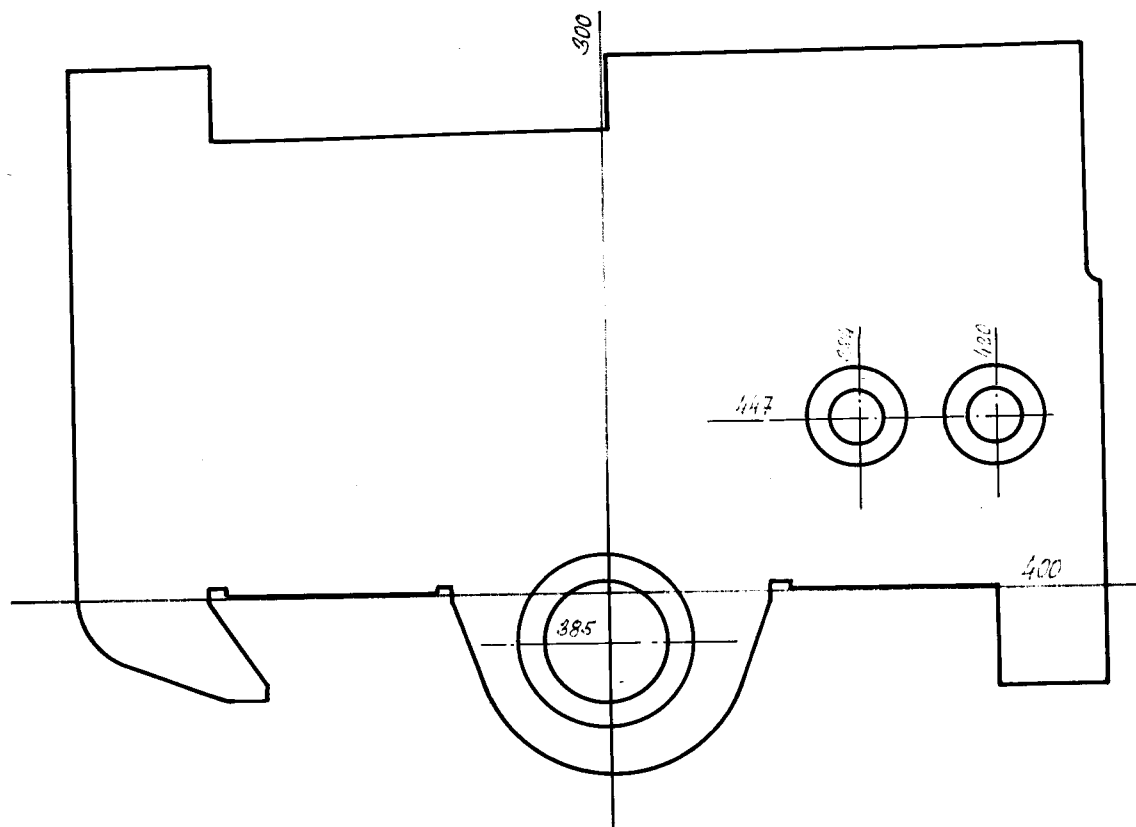
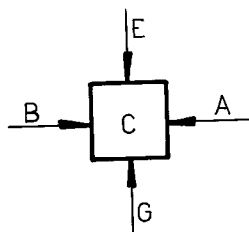


Prvek	Nástroj	L	X	Y	Bezp.vzdál. stěny od osy stolu S'	Z=500- -L±S'	H	ZH=Z+H
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ø13,5	Fr13,5	015000	041000	040000	-015000	020000	000700	020700
	Vr5	009000				026000	001800	027800
	M6	020000				014700	002300	017000
						016000	017500	033500
ø35	Vt35	019000	019000	042700	+002000	032000	001700	033700
ø32K6	Vt31,5	020000				032000	001700	033700
	Vt32K6	020000				022500	004000	026500
ø42K6	Vt41,5	012500				022500	004000	026500
	Vt42K6	012500	039500	038600	-015000	010000	001200	011200
M12	Nal5	025000				010000		011200
						010000		011200
						010000	000700	010700
			017000			010000		010700
M8	Nal5	025000	014227	037927		010000		010700
				047473				
			013773	037927				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
M12	Vr10,1	012000	017000 021500 029500 034500 039500	038600	-015000	023000 023000 023000 023000 023000	003200	026200 026200 026200 026200 026200
M12	Zv23	018000	039500 034500 029500 021500 017000	038600	-015000	017000 017000 017000 017000 017000	001400	018400 018400 018400 018400 018400
M12	M12	020000	017000 021500 029500 034500 039500	038600	-015000	015000 015000 015000 015000 015000	003500	018500 018500 018500 018500 018500
M8	Vr6,7	011000	013773 014227	037927	-015000	024000 024000 024000	001700	025700 025700 025700
M8	M8	020000	014227 013773	047473 047473 037927	-015000	015000 015000 015000	001200	016200 016200 016200



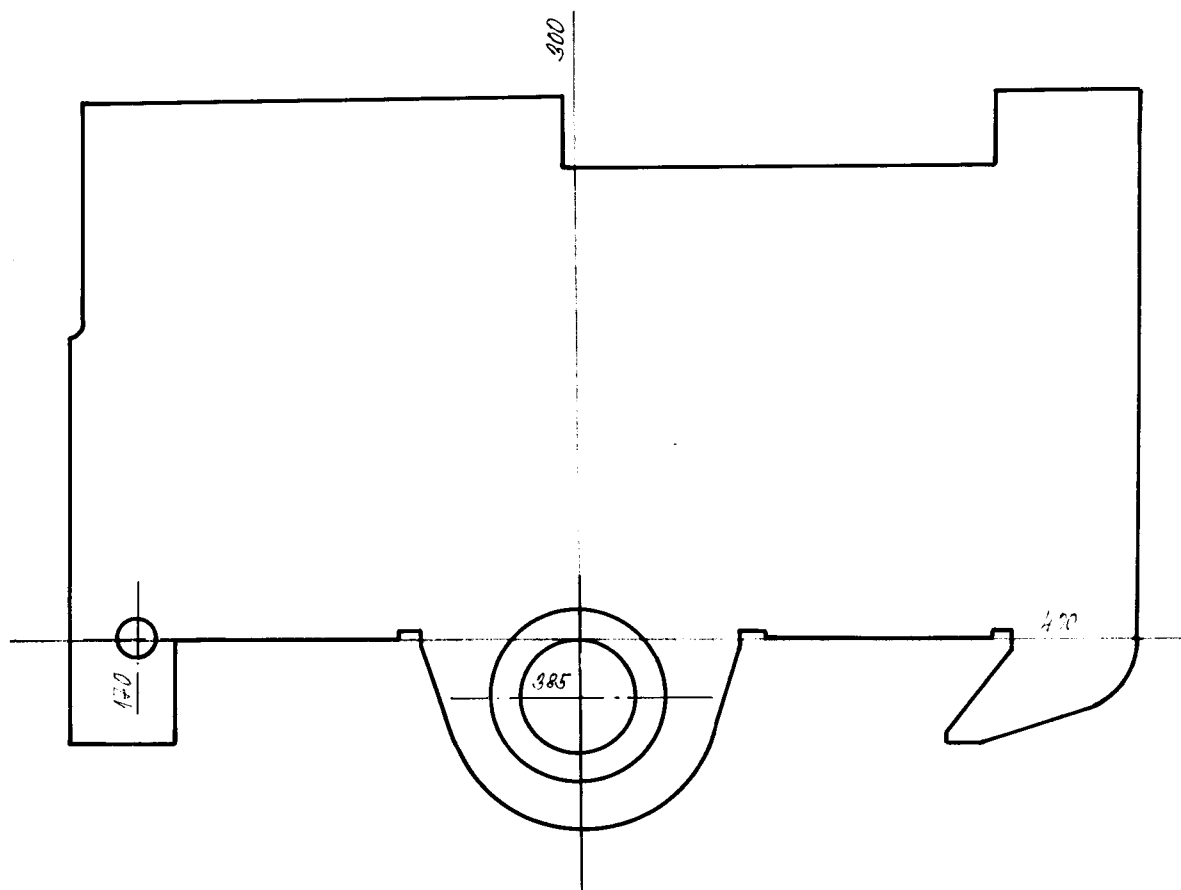
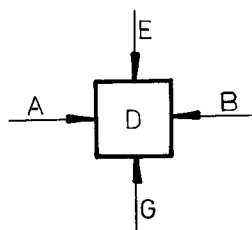
Prvek	Nástroj	L	X	Y	Bezp.vzdál. stěny od osy stolu S'	Z=500- -L+S'	H	ZH=Z+H
ø16H7	Nal5	025000	021200	043700	-013000	012000	001000	013000
			038457	052078		012000		013000
	Vr15,5	028000	021200	043700		009000	018800	027800
	Vh15,8	028000				009000		027800
ø16H7	Vs16H7	028000				009000		027800
	Vr15,5	028000	038457	052078		009000		027800
	Vh15,8	028000				009000		027800
	Vs16H7	028000				009000		027800
P1 1	Fr125	009500			-012000	028500		
ø25	Vt25	012000	041000	042700	-012500	025500	008500	034000
ø40H7	Vt39,5	012000				025500	002500	028000
	Vt40H7	012000				025500		028000



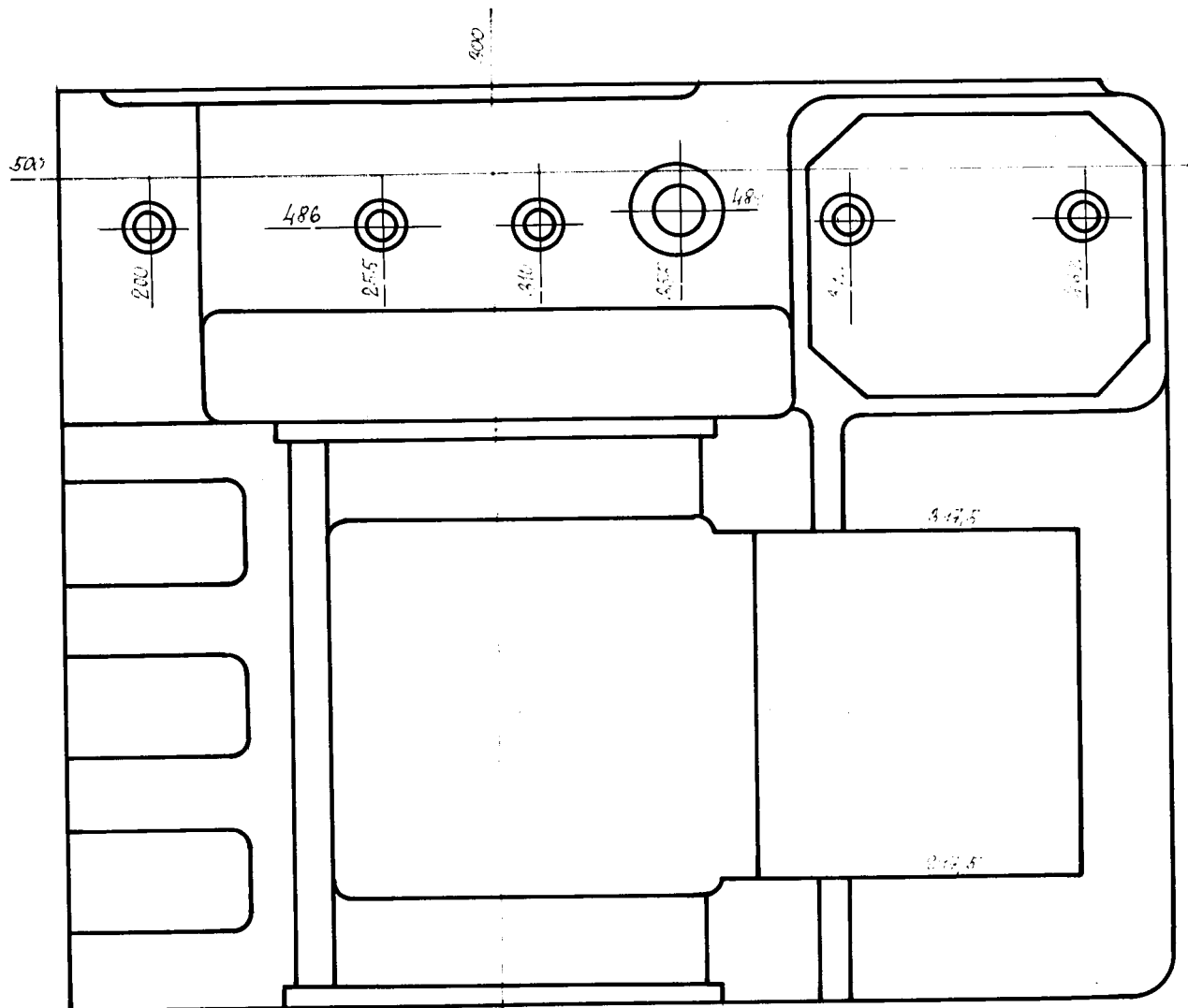
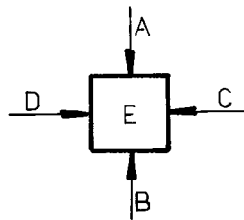
Prvek	Nástroj	L	X	Y	Bezp.vzdál. stěny od osy stolu S'	Z=500- -L±S'	H	ZH=Z+H
ø55H7	Vt54,5	020000	030000	038500	-018500	011500	016500	028000
	Vt55H7	020000				011500		028000
ø67 P16	Fr50	011000	030000	038500	-009300	029700	000600	017100
	Fr30	015000	038400	044700	-018500	016500		017100
			042000			016500	001500	015000
	Vr21,2	018000	042000	044700	-018500	013500		015000
			038400			013500	002000	013500
	P16	020000	038400	044700		011500		013500
			042000			011500		013500

Pozn.: Otvor ø67 se obrábí čelní válcovou frézou ø50 rozjížděním.

Tento způsob lze použít vzhledem k poměrně velké drsnosti povrchu a toleranci ø67.



Prvek	Nástroj	L	X	Y	Bezp.vzdál. stěny od osy stolu S'	Z=500- -L±S'	H	ZH=Z+H	
P1 1 ø12H8	Fr125	009500	017000	040000	-013000	028000	001000	013000	
	Na15	025000				012000		027000	
	Vr11,5	015000				022000		029000	
	Vh11,8	013000				024000		029000	
	Vs12H8	013000	030000	038500		024000	015200	029000	
	Vt35	019000				018000		033200	
ø35									



Prvek	Nástroj	L	X	Y	Bezp.vzdál. stěny od osy stolu S'	Z=500- -L±S'	H	ZH=Z+H
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pl 1 ø10,5	Fr125 Na15	009500 025000	046200	048600	-005200	035300	001000	032500
			039200		+006500	031500		029000
			031000		+003000	028000		032500
			025500		+006500	031500		032500
			020000		+006500	031000		032000
ø17 ø10,5	Na15 Vr10,5	025000 020000	035500	048900 048600	+004000	029000	003200 002700	030000
			020000		+006000	036000		039200
			025500		+006500	036500		039200
			031000			036500		039200

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ø10,5	Vr10,5	020000	039200	048600	+003000	033000	006200	039200
			046200		+006500	036500	002700	039200
ø17	Vr17	020000	035500	048900	+004000	034000	005200	039200
ø16,5	Zv16,5	021000	046200	048600	+006500	035500	001500	031700
			039200		+003000	032000	000800	032800
			031000		+006500	035500		037000
			025500			035500		037000
			020000		+006000	035000	001500	036500
ø30	Zv30	014000	035500	048900	+004000	040000	001000	041000

V další části své práce jsem se zabýval vypracováním programového listu, který je přiložen jako příloha č.4.

Vlastní program pro řídicí systém je sestaven z jednotlivých bloků, což jsou souhrny informací, potřebné pro vykonání dané operace. Informace v bloku jsou složeny ze slov a ta z adresy a předepsaného počtu číslic a u rozměrových údajů /souřadnice/ ještě ze znaménka.

Pro rychlejší orientaci v programovém listu je třeba se seznámit se zakódovanými znaky používanými v programu a s jejich funkcí. Z důvodů, aby program nebyl komplikovaný, jsem se nezabýval korekcemi na délku i na průměr.

Adresy používané v programu:

- n - adresa čísla bloku
- g - adresa přípravné funkce
- x - adresa souřadnice x
- y - adresa souřadnice y
- z - adresa souřadnice z

- r - adresa referenční roviny
- f - adresa stupně pracovního posuvu
- s - adresa stupně otáček vřetena
- t - adresa čísla nástroje
- m - adresa pomocné funkce

Slova používaná v programu:

- g 61 -přesné najíždění rychloposuvem
- g 62 -nepřesné najíždění rychloposuvem, signál koincidence
vydán v místě 3. zpomalovacího bodu
- g 63 -nepřesné najíždění rychloposuvem, signál koincidence
vydán v místě 2. zpomalovacího bodu
- g 65 -pracovní posuv s přesným najetím
- g 66 -pracovní posuv bez uplatnění zpomalovacích bodů
- g 80 -rušení pevných cyklů
- g 81 -vrtací styl
- g 84 -cykl na řezání závitů
- m 00 -nepodmíněný stop programu
- m 30 -koniec programu, vymazání paměti a převinutí děrné
pásky
- m 03 -otáčení vřetene vpravo
- m 06 -výměna nástroje
- m 71 -otočení stolu
- m 94 -současný pohyb souřadnic x a y

Po zhotovení tohoto programu pro NC stroj bylo možno zhotovit děrnou pásku jako nositele informací pro číslicově řízený stroj jak geometrických, tak technologických.

Po odladění děrné pásky v k.p.TOS Varnsdorf bylo možno změřit čas automatického chodu stroje, potřebný pro určení jednotkového času a dále pak pro ekonomické hodnocení.

5.5 Určení jednotkového a dávkového času

K provedení ekonomického zhodnocení nově navrhované technologie oproti stávající technologii je nutné mimo jiné vycházet z porovnání jednotkového a dávkového času při stávající a nově navrhované technologii. K určení jednotkového i dávkového času musíme znát čas cyklový t_{ck} , tj. čas, který potřebuje NC stroj pro uskutečnění jednoho výrobního cyklu.

Určení jednotkového času se potom provede z času cyklového t_{ck} a z času t_{All} /tj. času upnutí resp. odepnutí obrobku, spuštění a zastavení stroje/ :

$$t_{AC} = t_A \cdot k_C = (t_{ck} + t_{All}) \cdot k_C$$

Určení cyklového času

Čas cyklový se stanoví změřením při ověřování programu. Jelikož výměna nástroje, otočení stolu, vrtání $\phi 15,5$ a nasazení a zajištění víka se provádí ručně, je třeba k času automatického chodu stroje připočíst i časy na tyto ruční zásahy.

Při výpočtu cyklového času jsem vycházel z následujících předpokladů :

a/ výměna nástroje	- 0,3 min
b/ otočení stolu o 90°	- 1,2 min
c/ otočení stolu o 20°	- 0,5 min
d/ otočení stolu o 160°	- 1,9 min
e/ vrtání $\phi 15,5$	$t_S = 2,86$ min
f/ nasazení a zajištění víka	
č.v. 4 08 03 125	- 2 min

Čas automatického chodu stroje při 1. upnutí je 34 min, počet výměn nástroje 12, jednou otočení stolu o 20° , jednou o 160° , potom:

$$t_{ckI} = 40 \text{ min}$$

Čas automatického chodu stroje při 2.upnutí je 95 min,
počet výměn nástroje 37,čtyři krát otočení stolu o 90°,čas
vrtání díry $\varnothing$ 15,5 je 2,86 min,čas nasazení víka 2 min,potom:

$$t_{ckII} = 115,7 \text{ min}$$

Určení času t_{AIII}

Čas t_{AIII} je čas, který potřebuje obsluha NC stroje k upnutí
a odepnutí obrobku, ke spuštění a zastavení stroje. K určení tohoto
času je nutno znát časy jednotlivých úseků :

Činnost	čas při 1. upnutí/min/	čas při 2. upnutí/min/
Očištění dílce	0,70	0,70
Úprava dosedacích ploch přípravku, očištění stroje od třísek	1,20	1,20
Vkládání dílce na dosedací plochy	0,90	0,90
Ustavení dílce pomocí šroubů na stole	2,50	1,50
Kontrola ustavení	0,50	0,50
Upínka - podložka a matice	0,80	1,00

$$t_{AIII I} = 6,60 \quad t_{AIII II} = 5,80$$

$$t_{ckI} = 40,00 \quad t_{ckII} = 115,7$$

$$t_{AI} = 46,6 \text{ min} \quad t_{AII} = 121,5 \text{ min}$$

Potom čas jednotkový s přírážkou času směnového :

$$t_{ACI} = t_{AI} \cdot k_C = 46,60 \cdot 1,16 = 54,06 \text{ min}$$

$$t_{ACII} = t_{AII} \cdot k_C = 121,50 \cdot 1,16 = 140,94 \text{ min}$$

Potřebné časové údaje jednotlivých úseků jsem odhadoval z normativů pro vodorovné vyvrtávací stroje a z výkonových norem pro obráběcí centra. Odhadnuté časy jsem konzultoval s pracovníky oddělení technologie NC strojů k.p. TOS Varnsdorf.

Určení času dávkového

Při určování dávkového času jsem opět vycházel z normativů pro vodorovné vyvrtávací stroje a z výkonových norem pro obráběcí centra a tyto odhadnuté hodnoty jsem po dohodě s pracovníky k.p. TOS Varnsdorf určil takto :

Činnost	čas pro 1. upnutí/min/	čas pro 2. upnutí/min/
Opatření a převzetí pracovních podkladů	5,00	5,00
Očištění pracovní plochy stolu stroje a stolu ISD 50	5,00	-
Očištění pracovní plochy stolu ISD 50 a přípravku	5,00	5,00
Upnutí stolu ISD 50 na stůl stroje pomocí jeřábu, vyrovnaní indikátorem, odepnutí	30,00	-
Upnutí přípravku na stůl ISD 50, vyrovnat indikátorem, seřízení přípravku, sejmутí a očištění přípravku, seřízení souřadnic X, Y, Z	40,00	40,00
Vložení nástrojů /jeden 0,3min/	11,10	3,60

Manipulace s řídící páskou
/kontrola údajů, nasunutí,
projetí naprázdno, svinutí
po skončení obrábění/

15,00

15,00

čas dávkový základní -

$t_{BI} = 111,10$

$t_{BII} = 68,60$

Čas dávkový s přírážkou směnového koeficientu potom bude :

- pro 1.upnutí : $t_{BCI} = t_{BI} \cdot k_C = 129 \text{ min}$

- pro 2.upnutí : $t_{BCII} = t_{BII} \cdot k_C = 80 \text{ min}$

5.6 Srovnání výrobních časů

Srovnání stávající a navrhované technologie jsem provedl porovnáním jednotkového a dávkového času a to pro celý výrobní postup jak stávající tak navrhované technologie.

Porovnání :	stávající	navrhovaná	rozdíl
$t_{AC}/\text{min}/$	418	305	113
$t_{BC}/\text{min}/$	762	578	184

Z uvedeného porovnání je zřejmé, že jak čas jednotkový, tak čas dávkový se zavedením NC stroje do výrobního postupu zkrátí. U času jednotkového toto zkrácení oproti stávající technologii činí 27%, u času dávkového pak 24,2%.

K tomuto efektu je také nutno připočítat snížení nákladů na přípravky, snížení nákladů na mezioperační dopravu, ale i jisté zvýšení nákladů na technologickou přípravu výroby.

Zavedením NC stroje WHN 9B do výrobního postupu dojde i k jisté úspoře pracovních sil, kterou vypočítáme z uspořené časů /jednotkového a dávkového/, z počtu kusů za rok, z počtu dávek za rok a z časového fondu strojního dělníka :

$$U_p = \frac{i \cdot (184 + n \cdot 113)}{E_d \cdot 60} = \frac{5 \cdot (184 + 14 \cdot 113)}{60 \cdot 1800} = 0,1$$

kde : i - počet dávek za rok

n - počet kusů v dávce

E_d - časový fond strojního dělníka

6. Hodnocení efektivnosti nové technologie obrábění ložiska lunety

Při hodnocení efektivnosti navrhované technologie obrábění ložiska lunety č.v. 1 08 03 126 je nutno porovnat celkové náklady na výrobu stávající a nově navrženou technologií. Jak již bylo uvedeno, počet dávek za rok $i=5$, počet kusů v dávce $n=14$. Pro výpočet nákladů mzdových jsem použil vztahu :

$$NM = i \cdot (t_{BC} + n \cdot t_{AC}) \cdot \frac{Tt}{60}$$

kde Tt je tarif příslušné třídy

Pro výpočet režijních nákladů pak vztah :

$$NR = \frac{NM \cdot \%R}{100}$$

kde $\%R$ je režie dílny a činí 440% pro všechny dílny mechanického provozu /je to zprůměrovaná hodnota pro potřeby podniku/

Náklady na jednotlivé operace stávajícího technologického postupu jsou uvedeny v tab.:

Operace č.	NM /Kčs/	NR /Kčs/
2	196,4	856,24
3	509,83	2243,27
4	894,58	3936,15
5	107,8	474,32
7	515,38	2262,69
8	217,00	954,8
9	160,71	707,12
10	322,21	1417,72
11	2104,33	9259,1
12	435,42	1915,83

Celkové náklady režijní a mzdové při stávající technologii činí :

mzdové - 5461,9 Kčs

režijní - 24032,2 Kčs

Celkové náklady na výrobu ložiska lunety stávající technologií jsou pak :

$$A_S = 29494 \text{ Kčs}$$

Vypočtené hodnoty mzdových a režijních nákladů navrhovaného technologického postupu jsou v tab.:

Operace č.	NM /Kčs/	NR /Kčs/
2	194,6	856,24
3	509,83	2243,27
4	107,8	474,32
6	515,38	2267,69
7	178,5	785,4
8	2326,7	10237,5

U navrhované technologie činí mzdové náklady 3832,8 Kčs a režijní náklady 16864,4 Kčs. Pak celkové náklady na výrobu ložiska lunety navrhovanou technologií jsou :

$$A_n = 20697 \text{ Kčs}$$

Porovnáním mzdových nákladů vidíme, že očekávané roční úspory budou činit 1629 Kčs, úspory nákladů nepřímých pak 7167 Kčs, to znamená, že celkové roční očekávané úspory nákladů na výrobu ložiska lunety č.v. 1 08 03 126 budou 8797 Kčs, tj. 30% celkových nákladů při stávající technologii.

7. Závěr

Závěrem bych chtěl shrnout výsledek mé práce.

Ve své práci jsem se zabýval možnostmi obrábění ložiska lunety na NC stroji. Provedl jsem rozbor stávající technologie a vyzdvihl nedostatky, které se mají převedením výroby na NC stroj odstranit. Z vodorovných vyvrtávacích strojů s číslicovým řízením již instalovaných v podniku jsem provedl výběr vhodného NC stroje. Při návrhu nové technologie jsem vycházel z tvaru a funkce součásti, z možnosti obráběcího stroje a z možnosti upnutí součásti.

Podrobněji jsem se zabýval technologickou přípravou výroby na NC stroji WHN 9B. Vypracoval jsem návrh upínacího přípravku pro první i druhé upnutí součásti. Jednotlivé prvky ložiska lunety, které se budou obrábět na NC stroji, jsem seřadil tak, aby při obrábění jednotlivých prvků nevznikaly zbytečné časové ztráty. Pro obrábění jednotlivých prvků jsem vybral nástroje a určil řezné podmínky. Vypracoval jsem souřadnicové listy a na jejich základě pak programovací listy, jejichž opsáním na stroji CONSUL byla zhotovena děrná páska. Po jejím odladění v k.p. TOS Varnsdorf jsem mohl změřit čas automatického chodu stroje potřebný pro časový rozbor obrábění. Závěrem jsem provedl hodnocení efektivnosti nově navrhované technologie. Výsledkem této práce je, že převedením výroby ložiska lunety na NC stroj v k.p. TOS Varnsdorf se značně přispěje ke zefektivnění a zpřesnění výroby. Zde je nutno podotknout, že toto řešení není z hlediska maximální hospodárnosti výroby a produktivity práce řešením konečným či optimálním. Pro dosažení ještě výraznějších výsledků by bylo třeba řešit vícestrojovou obsluhu, případně integrovaný výrobní úsek.

Rád bych poděkoval všem, kteří mi byli nápomocni při řešení zadaného úkolu. Zvláště děkuji Doc.ing. V.Věchetovi, CSc za metodické vedení při zpracování diplomové práce. Děkuji rovněž pracovníkům k.p.TOS Varnsdorf, oddělení technologie NC strojů, zvláště s.Hušákovi a Vychytilovi za praktické připomínky.

V Liberci 1.6.1982

Literatura

- (1) Vlach, B. :Technologie obrábění na číslicově
řízených strojích
SNTL Praha 1978
- (2) Wolf, V., Urbánek, V., :Hodnocení ekonomické efektivnosti
Linc, J. skupinového nasazení NC strojů
VÚSTE 1973
- (3) Dráb, V. :Technologie I.
VŠST Liberec 1979
- (4) Draský, J. :Technologické projektování strojů
SNTL Praha 1963
- (5) Bílek, L. :Racionalizace obrábění tělesa kompresoru
za použití obráběcího centra
DP-ST 1551/80
- (6) Normativy pro vodorovné vyvrtávací stroje
- (7) Návod k obsluze a programování

Seznam příloh

Příloha č. 1.:Výkres - Ložisko lunety

č.v. 1 08 03 126

Příloha č. 2.:Výkres - Upínací přípravek I.

č.v. 0-KOM-OM-071/01

Příloha č. 3.:Výkres - Upínací přípravek II.

č.v. 1-KOM-OM-071/02

Příloha č. 4.:Programovací list - I.poloha

Příloha č. 5.:Programovací list - II.poloha